

INSTITUT DE RECHERCHES DU CAFÉ ET DU CACAO





PROTECTION RIDOMIL PLUS

**SEUL -
A UN NIVEAU
D'EFFICACITE
SANS EGALE:**

'Ridomil plus' pose de nouveaux jalons dans la lutte contre la pourriture brune du cacaoyer

Durée d'action supérieure
(au moins 3 semaines)

- protection véritable et complète pendant toute la durée des intervalles de traitement
- plus grande marge de sécurité.

Les intervalles de traitement
sont prolongés

- réduction du nombre d'applications
- économie de temps et d'argent.

Pénétration immédiate

- moins d'une heure après l'application (sur jeunes cabosses), le Ridomil plus est à l'abri de la pluie
- protection assurée, même en cas de mauvais temps.

Réduction radicale de l'infestation,
par rapport aux produits
conventionnels

- environ 20% de cabosses saines en supplément

- plus grand pourcentage de qualité en grade de I et II.

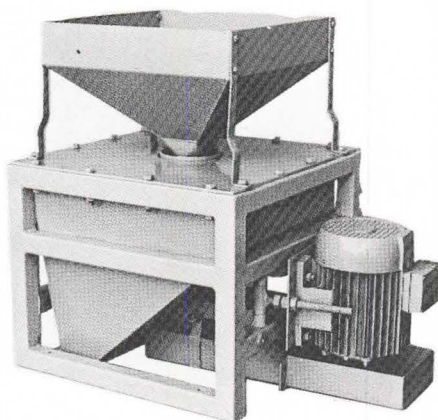
**Le fongicide à haute performance:
double action - systémique et
de contact -**

**Ridomil
plus**



Institut Français du Café et du Cacao **IFCC**

**25^e anniversaire
1958-1982**



DEPARCHEUR A CAFE "JACKSON"
THE "JACKSON" COFFEE HULLER
DESPERGAMIDOR DE CAFE "JACKSON"

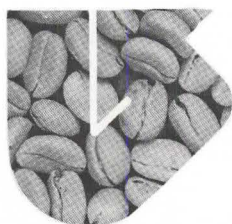
Le déparcheur à café « **JACKSON** » a été mis au point au KENYA où il est en service depuis plusieurs années.

Le système consiste à projeter le café en parches contre une plaque d'impact pour séparer les grains des parches.

Les avantages par rapport aux systèmes traditionnels à vis sont considérables :

- Débit important: 5 t/h.
- Faible puissance absorbée: 1kW/h par tonne de café en parches (au lieu de 30 à 50 kW/h avec les autres systèmes).
- Les parches ne sont pas pulvérisées, donc faciles à transporter et à brûler ou à carboniser.
- Aucun échauffement du café, donc pas de perte d'arôme.
- Peu d'entretien: les plaques d'impact peuvent être fabriquées facilement par l'utilisateur.

Le déparcheur « **JACKSON** » 5/CP est fabriqué en France sous licence.



GERICO FRANCE

GROUPEMENT D'ÉTUDES ET DE RÉALISATIONS INDUSTRIELLES ET COMMERCIALES

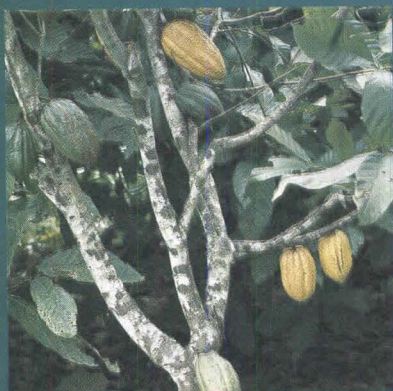
25, RUE D'ARTOIS, 75008 PARIS - TEL. : 256.12.80 - TELEX GERIFRA 642782 F

SOCIETE ANONYME AU CAPITAL DE 750 000 F - RCS PARIS B 315 695 254

L'Institut Français du Café, du Cacao et autres plantes stimulantes (IFCC) a pris, en juin 1982, le nom d'Institut de Recherches du Café, du Cacao et autres plantes stimulantes (IRCC).

Les travaux relatés dans la présente brochure ont été entrepris dans le cadre de l'Institut Français du Café et du Cacao, aussi est-il pratiquement toujours fait mention de l'IFCC, sauf dans quelques textes ou paragraphes, plus tournés vers l'avenir, où le nouveau sigle, IRCC, est employé.

Pour transformer dans les pays mêmes les matières premières dont ils disposent, Nestlé construit des usines, assure l'apport de technologies nouvelles et contribue ainsi à l'industrialisation des pays en développement



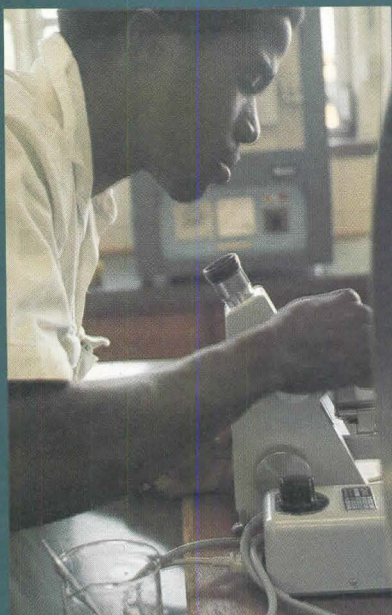
**Fabrique CAPRAL
à Abidjan
(Nescafé, Nescao).**



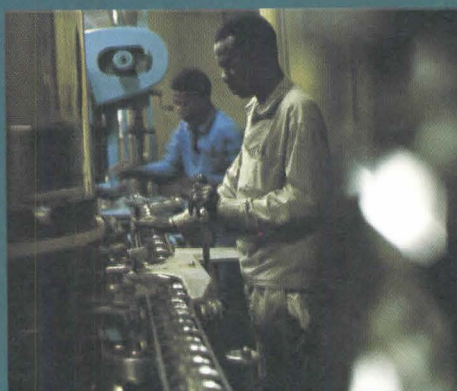
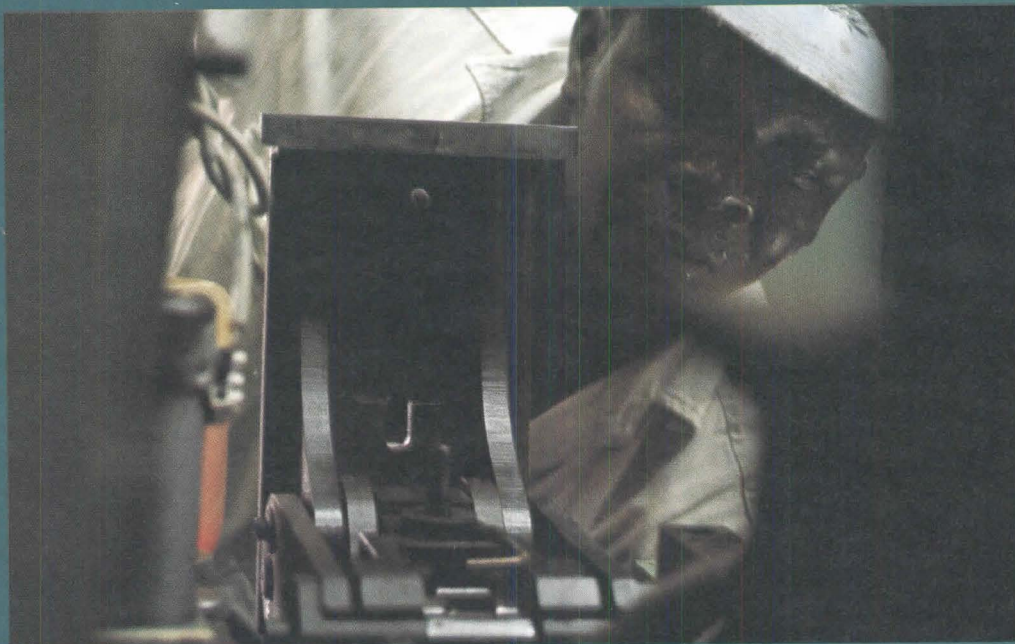
La fabrique de café soluble d'Abidjan a exporté en 1982 plus de 90% de sa production.



Les gouvernements ont établi des programmes d'action qui favorisent la production de matières premières.



L'africanisation des cadres: un objectif prioritaire.



La transformation, sur place, des matières premières exige la construction de fabriques. De nouveaux emplois sont ainsi créés pour la population.



Dans toutes les fabriques d'Afrique noire, des programmes intensifs de formation professionnelle sont en cours.

SOMMAIRE

La sélection des caféiers <i>Canephora</i> dans les pays d'Afrique et à Madagascar	9
La sélection du caféier Arabica au Cameroun	13
Où en est-on avec l'Arabusta ?	25
Progrès en agronomie du Robusta	27
Régénération des caféiers Robusta et des caféières	31
Progrès en agronomie de l'Arabica au Cameroun	35
La multiplication végétative du caféier Robusta	37
Techniques de reproduction végétative <i>in vitro</i> et amélioration génétique chez les caféiers cultivés	39
La recherche de variétés de caféiers résistantes à la rouille orangée (<i>Hemileia vastatrix</i> B. et Br.)	47
<i>Hemileia coffeicola</i> Maublanc et Roger, danger potentiel pour la caféiculture mondiale	49
L'anthracnose des baies du caféier Arabica (<i>Colletotrichum coffeanum</i> Noack, <i>sensu</i> Hindorf. Portée des travaux de l'IFCC	51
Modélisation et simulation de l'architecture du caféier Robusta	53
Arômes du café torréfié : méthodes d'analyses, applications	55
L'usinage du café Robusta par voie sèche	56
L'usinage du café par voie humide	56
Amélioration de la production de noix de cola en Côte-d'Ivoire	63
La recherche théicole au Cameroun	65
Les activités d'ingénierie à l'IRCC	67
Les insectes des stocks de cacao et de café	69
La démarche de l'Institut de Recherches du Café et du Cacao dans la recherche des systèmes de production à base de cultures pérennes, en zone forestière	71
La sélection du cacaoyer dans les pays francophones d'Afrique. Etat actuel des travaux et perspectives d'avenir	73
Utilisation de l'haploïdie pour l'amélioration génétique du cacaoyer	75
L'étude de la biologie florale du cacaoyer en vue de l'augmentation de la productivité	77
Problèmes posés par l'ombrage du cacaoyer. Evolution des techniques culturales traditionnelles	79
La culture du cacaoyer en haies fruitières. Premiers résultats (Divo, Côte-d'Ivoire)	81
La fertilisation du cacaoyer basée sur le diagnostic-sol	83
Association des cultures vivrières au cacaoyer	85
Le désherbage de la cacaoyère	87
Production de semences hybrides de cacaoyers. Les champs semenciers	89
Les difficultés de l'expérimentation agronomique en recherche cacaoyère. Choix des dispositifs expérimentaux	91
Etat actuel des travaux de recherches sur les mirides du cacaoyer	93
Etat actuel des travaux de recherches sur les ravageurs du bourgeon terminal des jeunes cacaoyers ..	95
Etat actuel des travaux de recherches sur les insectes ravageurs dits secondaires du cacaoyer : <i>Earias biplaga</i> , psylles, thrips, cicadelles	97
La pourriture brune des cabosses du cacaoyer (<i>Phytophthora</i> spp.). Bilan et perspectives	101
Les différentes espèces de <i>Phytophthora</i> , agents de la pourriture brune des cabosses du cacaoyer	103
Les cochenilles vectrices de la maladie du swollen-shoot au Togo	105
Le swollen-shoot du cacaoyer au Togo : bilan des connaissances acquises et perspectives	107
La fermentation du cacao en lit fluidisé à trois phases	109
L'industrialisation du traitement du cacao dans les pays producteurs	111
Recherches dans le domaine de la chimie sur la fermentation du cacao	113

Un autre anniversaire
1958 - 1983
25 ans de

CAFÉ HAG

La technologie et l'expérience
au service
du DÉCAFÉINÉ

CAFÉ HAG S.A.
70, rue de la Plaine-des-Bouchers
67100 STRASBOURG MEINAU

1^{er} JANVIER 1958

1^{er} JANVIER 1983

Vingt-cinq années séparent ces deux dates qui consacrent le quart de siècle d'existence de notre institut...

C'était l'après-midi du 31 décembre 1957. Nous étions quelques-uns, représentants du Ministère de la France d'outre-mer, responsables d'organisations professionnelles d'outre-mer, délégués d'établissements de recherches, etc... réunis boulevard des Invalides, aux côtés du regretté G. Monnet, ancien Ministre, Membre de l'Assemblée de l'Union française, pour décider en Assemblée Générale constitutive de la création d'un nouvel Institut à vocation essentiellement caféière et cacaoyère.

L'anxiété marquait nos traits, car les autorités ministérielles concernées, bien que consultées depuis plusieurs mois, n'avaient pas encore donné leur aval. Une ultime et pressante démarche de la toute dernière heure devait enfin aboutir en cours de séance. Bien qu'assortie de très contraignantes restrictions financières, elle supprima le dernier et principal obstacle. L'I.F.C.C. naquit ce dernier jour de l'année 1957, avec existence légale à compter du lendemain, le Jour de l'An 1958.

Les espoirs de rénovation, d'amélioration et de développement des deux grandes productions de nos anciennes colonies, placés dans le nouvel institut, étaient très grands et fort ambitieux.

La recherche agronomique concernant caféiers et cacaoyers était, en effet, depuis un certain temps fort négligée par les autorités qui en avaient la charge, faute soit de compétences, soit de moyens financiers, souvent aussi par manque de confiance et d'esprit d'entreprise. Les producteurs, petits et grands, de leur côté pratiquement abandonnés à des pratiques routinières désuètes, étaient déçus et découragés par les maigres profits qu'ils tiraient de leurs plantations. Cette situation désavantagée était d'autant plus flagrante que dans des pays étrangers voisins, l'économie caféière et cacaoyère, supportée par une recherche active et féconde, connaissait des jours florissants.

L'œuvre qui attendait les nouvelles équipes était donc à la fois psychologique et agronomique. Autrement dit, il fallait autant persuader et convaincre que réaliser. C'est avec tout le dynamisme que confèrent ces deux facteurs de l'action, la foi et l'enthousiasme, qu'elles s'y employèrent.

Le succès de leur entreprise consacra rapidement l'existence du nouvel organisme. En quelques années seulement celui-ci réussit à regrouper sous son égide la quasi-totalité des nouveaux Etats francophones producteurs de café, de cacao et aussi de thé. Aux plans nationaux, des programmes de recherches bien équilibrés entre actions à échéance rapide et actions à long terme étaient engagés et activement exécutés; l'installation à Nogent-sur-Marne de laboratoires bien équipés pour l'étude des produits venait bientôt compléter ce réseau.

Au plan international, étendu à l'Etranger traditionnel, l'œuvre de l'institut fût tout aussi féconde. Ses spécialistes parcoururent le monde appelés en consultation là où des problèmes se posaient, soit pour établir un diagnostic, pour élaborer un programme de recherches ou de développement, ou encore pour la formation du personnel de recherche ou d'encadrement.

C'est ainsi que le rayonnement de l'I.F.C.C. s'étendit peu à peu à la plupart des pays intéressés aux productions caféière et cacaoyère en Afrique, puis en Amérique latine, enfin jusqu'aux plus lointaines terres d'Océanie. Les nombreux messages d'estime et de gratitude reçus à la faveur de cette assistance technique sont là pour témoigner du haut renom qu'il acquit dans l'exécution de cette mission.

Dans le domaine social enfin, l'I.F.C.C. s'est employé de son mieux à satisfaire progressivement les aspirations africaines de prise en charge de certaines responsabilités locales, techniques ou de gestion.

Il est hors de question de décrire les réalisations de l'institut, tant elles sont nombreuses; en dresser simplement l'inventaire serait aussi trop fastidieux. La synthèse qui en est donnée dans cette brochure ne peut donc avoir qu'un caractère exhaustif. Elle est cependant de nature à suffisamment renseigner sur la grande diversité des recherches conduites au cours de cette période. L'accent est mis sur les résultats les plus spectaculaires (nouveaux caféiers par exemple) et sur ceux dont l'impact a été le plus fortement ressenti sur les rendements et la rentabilité (opérations de régénération, fertilisation rationnelle, lutte contre les épiphyties, etc...).

Les résultats sont nombreux dans tous les domaines, de celui de la génétique à ceux de la technologie et de la chimie. Judicieusement appliqués par les Services nationaux de vulgarisation et de développement des Etats, ils ont permis d'augmenter considérablement le potentiel de production, de relever le niveau des rendements, d'améliorer la qualité des récoltes et, ainsi, de largement participer à l'élévation du niveau de vie des populations rurales et plus généralement de contribuer à la prospérité nationale.

C'est la preuve évidente que la mission confiée à l'I.F.C.C. en cette fin d'année 1957 a été bien remplie.

On ne saurait trop rendre hommage à tous ceux qui, aux côtés du signataire, ont avec compétence et dévouement, contribué à cet impressionnant succès et ainsi fait honneur à la science agronomique française.

R. COSTE,
de l'Académie des Sciences d'Outre-Mer,
Président de l'I.F.C.C.

négoce international de produits tropicaux africains et malgaches

TARDIVAT INTERNATIONAL S.A

Capital F. 15.000.000

Téléphone 562.31.31 - Télex 642.694/623/697 643/085
137, Rue du Faubourg Saint Honoré 75008 PARIS

MEMBRE DE L'A. F. C. C.

MEMBRE DE L'A. F. N. I. C.

DU: COCOA ASSOCIATION OF LONDON

DU: LONDON COCOA TERMINAL MARKET ASSOCIATION

DU: COCOA MERCHANTS' ASSOCIATION OF AMERICA

DU: COFFEE TERMINAL MARKET ASSOCIATION OF LONDON

DE: L'INTERNATIONAL COMMODITIES CLEARING HOUSE OF LONDON

ACHETEUR AGRÉÉ AUPRÈS DU COCOA MARKETING CO. ACCRA / GHANA

ET DU NIGERIAN PRODUCE MARKETING BOARD IBADAN NIGERIA

CAFES CACAOS

TARDIVAT INT. INC. NEW-YORK
160 Water street NEW-YORK N. Y. 10.038 USA
Tél. 483.05.27 - Telex 232204

TARDIVAT INT. GENÈVE S. A.
Capital 1.000.000 FS
28, rue du Marché 1204 GENÈVE - SUISSE
Tél. 21.68.66 / 67 - Telex 421284

TARDIVAT - JEAN LION Ltd LONDON
Europe House - World Trade Center
LONDON EL 9 2A

FILIALES ET CHARGEURS A L'ORIGINE

TARDIVAT INT. CÔTE D'IVOIRE S. A.
Capital 150.000.000 F. CFA
B. P. 1289 ABIDJAN 01 - CÔTE D'IVOIRE

H. TARDIVAT & Cie - CAMEROUN
Capital 10.000.000 F. CFA
B. P. 181 DOUALA - CAMEROUN
Tél. 425.53.32 - Telex 5231

Sté NOUVELLE SIFCA / ABIDJAN
Capital 850.000.000 F. CFA

INTERAF / ABIDJAN
Capital 400.000.000 F. CFA

S. E. C. / ABIDJAN
Capital 200.000.000 F. CFA

uni-terme

Capital 4.000.000 F

Téléphone 562.31.31 - Télex 642648
137, Rue du Faubourg Saint Honoré 75008 PARIS

**COMMISSIONNAIRE AGREE PRES LA BOURSE
DE COMMERCE DE PARIS CAFES CACAOS SUCRES**

La sélection des caféiers *Canephora* dans les pays d'Afrique et à Madagascar

Historique

L'allogamie stricte des caféiers de l'espèce *canephora* n'a été reconnue que tardivement, au début des années quarante par les chercheurs hollandais, en Indonésie, pressés d'expliquer, à Java, l'insuccès des plantations monoclonales de *Robusta* greffés.

Cette connaissance du mode de reproduction, fondamentale pour concevoir une méthode rationnelle d'amélioration d'une plante cultivée, ne fut confirmée en Afrique que dans la première moitié des années cinquante ; en Côte d'Ivoire, à l'occasion d'une étude de biologie florale

menée au Centre de recherches agronomiques de Bingerville, puis au Zaïre par les agronomes sélectionneurs du centre de Yangambi.

La sélection sexuée avec autofécondation d'arbres mères repérés, entreprise selon le mode propre aux caféiers autogames de l'espèce *arabica*, n'avait pas jusqu'alors « porté de fruits » et, on le conçoit maintenant aisément, dans tous les sens donnés à cette assertion.

Ce n'est donc que vers la fin des années cinquante et le début des années soixante que les centres de recherches caféières d'Afrique purent entreprendre de façon logique et efficace la sélection d'un matériel végétal dont l'auto-incompatibilité était bien établie, permettant d'utiliser des schémas de sélection connus.

Au sein de la communauté scientifique regroupée par l'Institut Français du Café et du Cacao, les méthodes de sélection appropriées, résultat des études biologiques et des essais préliminaires des divers centres de recherches africains, furent codifiées en 1962/1963 à l'occasion de la publication dans la revue « Café Cacao Thé » d'une synthèse réalisée en commun par les équipes de généticiens et d'agronomes du Siège social en France et de Côte d'Ivoire, de République Centrafricaine et de Madagascar.

On se doit d'ajouter que les travaux de ces agronomes furent grandement facilités par la mise au point et la vulgarisation, après adaptation aux diverses conditions écologiques locales, d'une méthode industrielle de bouturage du caféier en bac confiné et aussi par le progrès dans la maîtrise des parcs à bois, bases essentielles de la multiplication végétative, technique d'intérêt com-



Plantules de caféier au stade « petit soldat », en germe
(Cl. Capot)



Parc à bois de caféiers Robusta
(Cl. Bouharmon, Cameroun)

mun aux divers modes de sélection retenus pour l'amélioration caféière.

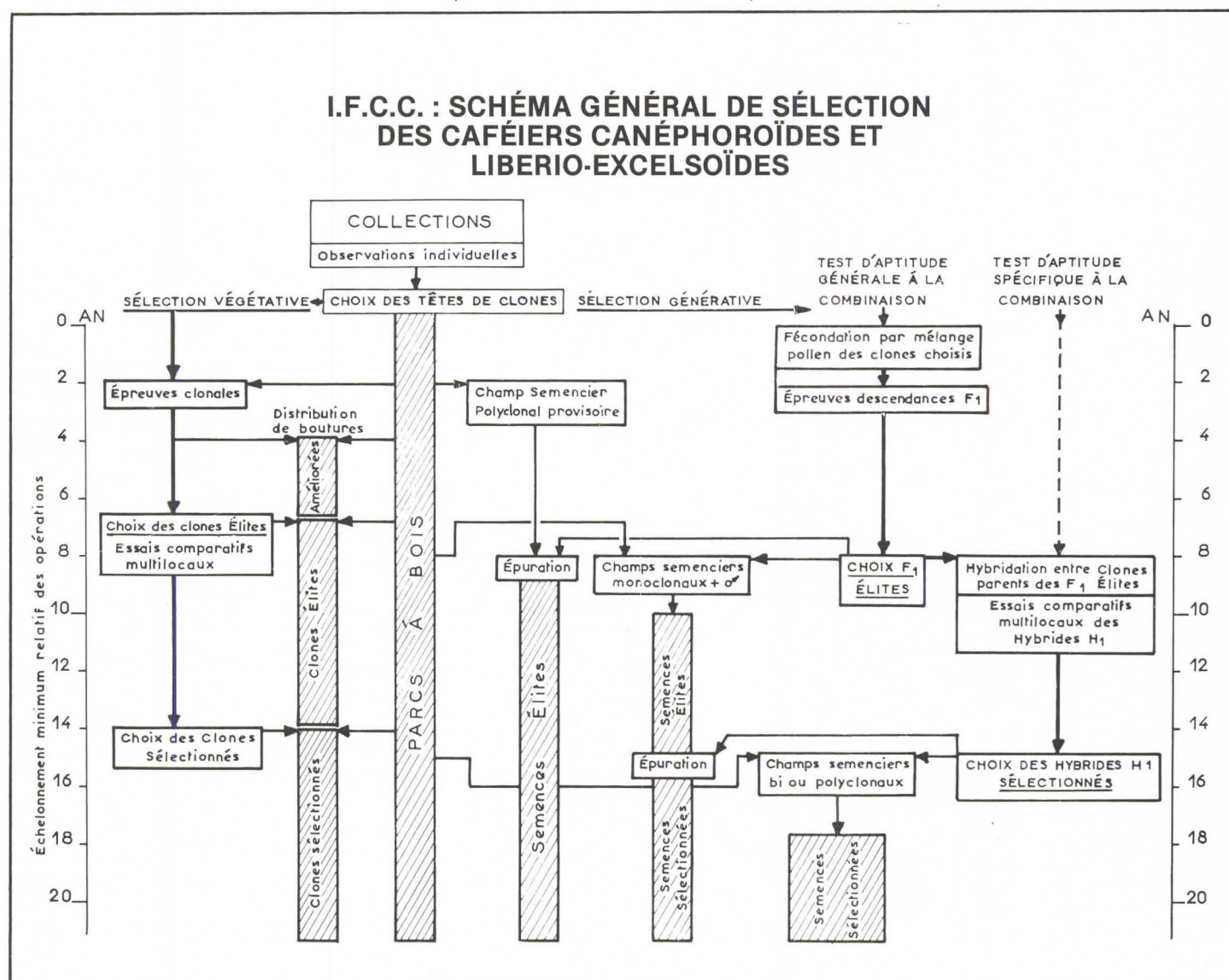
Principes et critères de sélection

Conformément à leurs modes de reproduction, l'amélioration des *canephora* fut recherchée concurremment

par la voie végétative, conduisant relativement rapidement à la création de clones sélectionnés, à l'origine de plantations très productives et homogènes dans leurs comportement et résultats, et par la voie générative, par hybridations contrôlées, produisant des semences hybrides en conclusion des travaux de sélection et permettant

l'établissement de plantations de bon rendement, plus rustiques et de réaction plastique aux modifications de l'environnement.

Les différentes étapes et la durée relative des deux procédés sont schématisées dans le graphe ci-dessous :



Le matériel de départ ayant un patrimoine héréditaire très mélangé, on a reconnu assez rapidement les limites de la sélection par hybridation, la diffusion des meilleures descendances n'apportant du fait de l'hétérogénéité obligatoire des populations (hétérozygotie) qu'un gain de productivité inférieur d'environ 20 % au gain donné par les meilleurs clones.

Les critères de choix préluant aux différentes phases de progrès de la sélection intéressent aussi bien les producteurs et transformateurs de la récolte brute du pays d'origine que les négociants, industriels et consommateurs du produit fini.

Pour les premiers, on a pris en compte les divers facteurs biologiques et agronomiques de la **productivité**, intéressant des caractères aussi variés que le port et la ramification des arbustes, la résistance à la verse et aux effets mécaniques des vents, l'aptitude au bouturage, la vitesse de régénération au bouturage et au recépage (taille multi-caule), l'aptitude à la survie et à la croissance en terrains hydromorphes ou inondés ou la résistance à la sécheresse et ceux de la **rusticité** en général, manifestée notamment par la résistance aux aléas parasitaires : rouilles des feuilles, anthracnose des rameaux, cercosporiose, trachéomycose pour les maladies, scolytes des grains et des rameaux et chenilles défoliatrices pour les insectes.

La prééminence de tel ou tel de ces facteurs dans le choix des têtes de clone, utilisables dans les deux voies de sélection, a été laissée à l'appréciation des sélectionneurs des différents centres nationaux de recherches, mieux à même de « sentir » l'incidence prépondérante de l'environnement local, écologique ou socio-économique dans l'expression des phénotypes étudiés.

Les facteurs technologiques, importants aussi bien dans l'utilisation sur place des récoltes que dans la **rentabilité de la production**, n'ont pas été négligés ; ils s'expriment en particulier par l'élimination des arbres fournissant un pourcentage de caracolis supérieur à 15 %, un rendement en café marchand sur fruit frais inférieur à 20 %.

Tandis que pour les derniers utilisateurs du produit, **les caractères commerciaux et organoleptiques de la qualité** des cafés imposaient, ici encore avec une certaine pondération, des critères en fonction des usages envisagés (transformation et consommation en grains torréfiés en l'état ou moulus ou en café soluble),

des « caractères granulométriques » fixés, exprimés en poids de cent fèves et/ou pourcentage de retenue aux cribles n° 16 ou 18, une certaine « valeur à la tasse » (élimination des clones ou lignées ne fournissant pas un café neutre et apte aux mélanges... avec Arabica), un pourcentage donné de « caféine » (le contrôle de cette caractéristique ayant révélé des clones offrant des teneurs allant de 1,8 % à plus de 4 % !)

Les résultats acquis

La longueur du cycle d'amélioration auquel a été soumis l'ensemble du matériel local ou importé constituant « les collections » conditionne le degré de perfection auquel est parvenu le pays ayant entrepris la sélection des caféiers.

Dans ce domaine, la **Côte d'Ivoire** détient la palme, puisque commencée dans les années cinquante sur les stations d'Akandgé et de Bingerville, la sélection clonale s'y est poursuivie sans désespérer jusqu'à nos jours, sous l'impulsion de feu J. Capot ; **neuf clones sélectionnés**, dotés d'une forte productivité moyenne (2,4 t/ha de café marchand), ont été obtenus dans les conditions écologiques ivoiriennes variées des stations de Divo, Abengourou, Zagné, San Pedro et même sur les points d'essais en zones marginales de Tanda et Koffi Agokro.

Ceux-ci, les clones 107, 126, A², 182, 197, 461, A² 477, 503, 505, sont désormais diffusés en vulgarisation sous forme de boutures, pour la constitution de parcelles polyclonales assez plastiques et productives, par les soins de la SATMACI.

De nouveaux têtes de clone, choisis dans les descendances contrôlées des **essais de sélection générative** viendront ultérieurement compléter cet arsenal, tandis que des **hybrides sélectionnés**, issus de la sélection sexuée poursuivie parallèlement, sont distribués, sous forme de semences provenant de champs semenciers bi ou triclonaux, pour constituer des plantations très rustiques, quoique d'une potentialité de rendement légèrement inférieure (1 900 à 2 000 kg/ha) à celui des plantations clonales ; tel est le cas des descendances H 2 - H 6 - H 33 suivies des combinaisons H 21 - H 35 - H 38 - H 41 - H 60 - H 62 - H 75 et H 78 dont les rendements moyens avoisinent 1 600 kg/ha.

Des péripéties politiques entravèrent le déroulement du même processus d'amélioration en **République Cen-**

trafricaine. Commencée à la même époque qu'en Côte d'Ivoire, à l'initiative de P. Dublin et C. Etasse, la sélection fut interrompue en 1970 lorsque le Centre de recherches agronomiques de Boukoko disposait pour la vulgarisation locale et la poursuite de l'épuration adaptative d'une trentaine de **clones d'élite** ; l'expérimentation multilocale de ces élites fut ensuite reprise de 1975 à 1979 dans les centres régionaux de développement caféicoles de Kongbo dans l'est et de Nola dans l'ouest du pays.

Les aléas économiques et militaires de l'épisodique empire ne permirent pas aux agronomes de l'institut engagés dans cette tâche d'aboutir à la diffusion de clones sélectionnés adaptés aux diverses écologies, tandis que la sélection générative d'hybrides sélectionnés voyait ses espoirs ruinés précocement et la vulgarisation semencière limitée aux combinaisons hybrides trouvées dans les tout premiers essais de croisements spécifiques (A 445 x B 10 notamment).

C'est un grand dommage, car les clones d'élite, en eux-mêmes ou comme parents d'hybrides, révélaient de grandes potentialités de production et de remarquables caractéristiques commerciales.

Cependant, les fruits de la sélection clonale centrafricaine profitèrent au **Cameroun** qui les inclut dans ses collections et son schéma de sélection commencé un peu plus tardivement (1964). Les travaux opiniâtres de P. Bouharmont, menés sur ce matériel ainsi que sur celui de prospections dans les plantations locales (cultivars Java - Niabang) et d'introductions étrangères (Yangambi, Côte d'Ivoire, Madagascar) aboutirent dès 1980 à la recommandation de **huit clones sélectionnés** (J 13, B 5, B 11, B 60, J 21, M 5, J 32, C 6) valables pour l'est et le centre du pays et de huit autres aussi performants (augmentation de 250 % du potentiel de production moyen) et possédant d'excellentes qualités commerciales (70 % de café grade I, 17 g aux cent fèves) pour les régions occidentales : C 5, C 6, J 21, M 5, Y 1, B 11, B 4, B 42 ; la sélection clonale se poursuit là encore, sur du matériel nouveau.

Les aléas de la coopération scientifique française avec Madagascar interrompirent aussi prématurément (1974) le processus d'amélioration engagé par C. Foury, M. Fridmann et J. Vianney-Liaud sur les stations de Ilaka-Est et de Kianjavato.

Sur quatre cent dix clones repérés localement ou introduits, répondant aux critères suivants : productivité par arbre supérieure à 2 kg de café marchand, maturation groupée, bonne rusticité végétative, plus de 50 % de retenue au tamis n° 16 et poids de cent fèves supérieur à 18 g, goût neutre à la tasse, **14 clones décrétés d'élite** en 1974 font actuellement l'objet de la vulgarisation en paysannat par les soins de « l'opération café » ; ce sont : HB - H 865 - H 725 (hybrides *congusta* adaptés aux zones inondables) - K 43 - K 26 - K 55 - K 60 - 23/1/57 - 32/2/57 - 295/59 - 278/59 - 338/59 - 153/59 - 356/59.

L'économie caféière au **Togo** ne permettant pas de justifier un vaste programme de sélection, cet État eut l'astuce, sous la direction de A. Agbodjan, de rassembler et de soumettre à l'épreuve de l'adaptation aux conditions locales sur les stations de Tové et du Litimé, de Klabé-Azafi et du Plateau des Dayes, à peu près l'essentiel des clones d'élite ou sélectionnés aussi bien en Côte d'Ivoire, qu'au Cameroun, en RCA, en Ouganda et dans les pays anglophones limitrophes.

Des clones de haut rendement, très plastiques et résistant à la rigueur particulière de la saison sèche de ce pays viennent désormais remplacer progressivement le Niaouli local, peu productif et hypersensible au scolyte des grains.

L'organisme national de développement rural spécialisé qu'est la SRCC peut approvisionner maintenant les plantations familiales en un mélange clonal constitué encore principalement de clones ivoiriens (69 - 107 - 126 - 149 - 182 - 197 - 200 - 211 - 400 - 461) d'un rendement à l'hectare supérieur à deux tonnes de café marchand.

Les perspectives d'avenir

Les schémas d'amélioration préétablis restent valables, mais il existe maintenant des moyens de les rendre performants et plus rapides grâce à d'intéressantes nouveautés dans les manipulations génétiques, à l'**accroissement des potentialités de la variabilité du stock génétique initial**, acquis à l'occasion de nouvelles **prospections des populations sauvages de *canephora* et espèces affines**, ainsi qu'à la création de nouvelles combinaisons hybrides contrôlées interclonales (Robusta - Kouilou), intervariétales (de la Nana-Congensis), interspécifiques (Libero-Excelsoïdes-Arabica), réalisées à l'occasion d'actions conjointes menées par l'ORSTOM et l'IFCC.

Grâce au progrès de la sélection clonale on peut notamment espérer dépasser largement les limites de la productivité et de la rusticité des sélections actuelles par l'exploitation du phénomène de vigueur hybride (**repérage de nouveaux têtes de clone** dans les essais de descendance des croisements précités).

La création, à l'occasion du programme Arabusta, de **lignées Robusta tétraploïdes** et le croisement de ces générations en vagues successives (F_1 - F_2 - F_3), pour l'amélioration de leur fertilité, autorisent désormais de choisir dans ces descendance hybrides tétraploïdes des clones au moins aussi productifs que les clones sélectionnés diploïdes initiaux, et exhibant des qualités commerciales inégalées dans l'espèce *canephora* naturelle (poids de cent fèves supérieur à 20 g, plus de 90 % de café grade I).

De grands espoirs sont également fondés sur la sélection générative par **l'utilisation, comme géniteurs dans les croisements, d'haploïdes diploïdisés**.

L'état haploïde des clones en étude est soit recherché dans leurs descendance naturelles par tri des semis en pépinière (les plants haploïdes plus débiles, en pourcentage très faible dans la population, sont maintenus en vie par greffage ou greffe-bouture, puis portés à l'état diploïde par traitement à la colchicine **pour reconstituer de façon rapide l'homozygotie** des caractères espérés), soit par culture d'anthères (cette culture *in vitro* de tissu haploïde n'a pas encore réussi à ce jour).

On envisage ensuite, par la création d'hybrides de parents homozygotes, d'obtenir, en première génération F_1 , une homogénéité comparable à celle des descendance clonales, aussi bien sur le plan des rendements que sur celui des autres critères retenus (résistance aux aléas en particulier).

De tels parents haploïdes diploïdisés sont en cours de développement en Côte d'Ivoire (IRCC, Bingerville - ORSTOM, Man) ; leur maturité de floraison prochaine permettra de vérifier ultérieurement cette hypothèse par le résultat que nous espérons heureux des hybridations réalisées.

Enfin, la récente mise au point du **micro-bouturage *in vitro*** permet d'entrevoir la multiplication quasi illimitée et rapide de tout nouveau matériel créé (sous réserve d'un contrôle de sa conformité chromosomique), tandis que la désormais banale culture de tissu somatique

autorisera la **conservation en tube à essai de toutes les ressources génétiques** prospectées de par le monde.

Les autres manipulations possibles (mutagenèse provoquée...) sur les cals et vitroplants, réunis dans des conditions de laboratoire, pourront sans doute aussi amplifier la variabilité recherchée dans la génothèque primitive tout en affranchissant les chercheurs des sujétions d'espace et des contraintes de temps si coûteuses dans tout travail d'amélioration des plantes pérennes.

Sur le plan méthodologique enfin, la prise en considération de nouveaux critères de sélection, mis en avant par des études biologiques (électrophorèse enzymologique...) ou, à l'occasion, de modélisation mathématique des processus de croissance ou de fructification, devraient également concourir à choisir plus précocement et avec une meilleure garantie les clones parents d'hybrides et contribuer ainsi à l'économie et à la sûreté de la sélection poursuivie.

H.R. Cambrony

La sélection du caféier Arabica au Cameroun

Au Cameroun, le caféier Arabica est cultivé sur une superficie totale de 150 000 ha. Depuis dix ans, la production du pays a varié, suivant les années, entre 20 000 et 33 000 t. Le rendement moyen est le plus souvent de l'ordre de 150 à 175 kg de café marchand par ha. Les causes de la faiblesse des rendements sont de nature agronomique (techniques culturales inadéquates) et de nature génétique (matériel végétal insuffisamment adapté).

Dans toutes les zones de culture de l'Arabica, on rencontre presque uniquement le cultivar dénommé « Jamaïque », qui appartient à la variété « Blue Mountain ». D'autres types de caféiers sont cependant cultivés en petit nombre et disséminés parmi les « Jamaïque » ; il s'agit de cultivars importés par des planteurs ou introduits par des responsables des services de l'Agriculture, qui les ont plantés en collection d'où ils ont pu être distribués dans les zones avoisinantes.

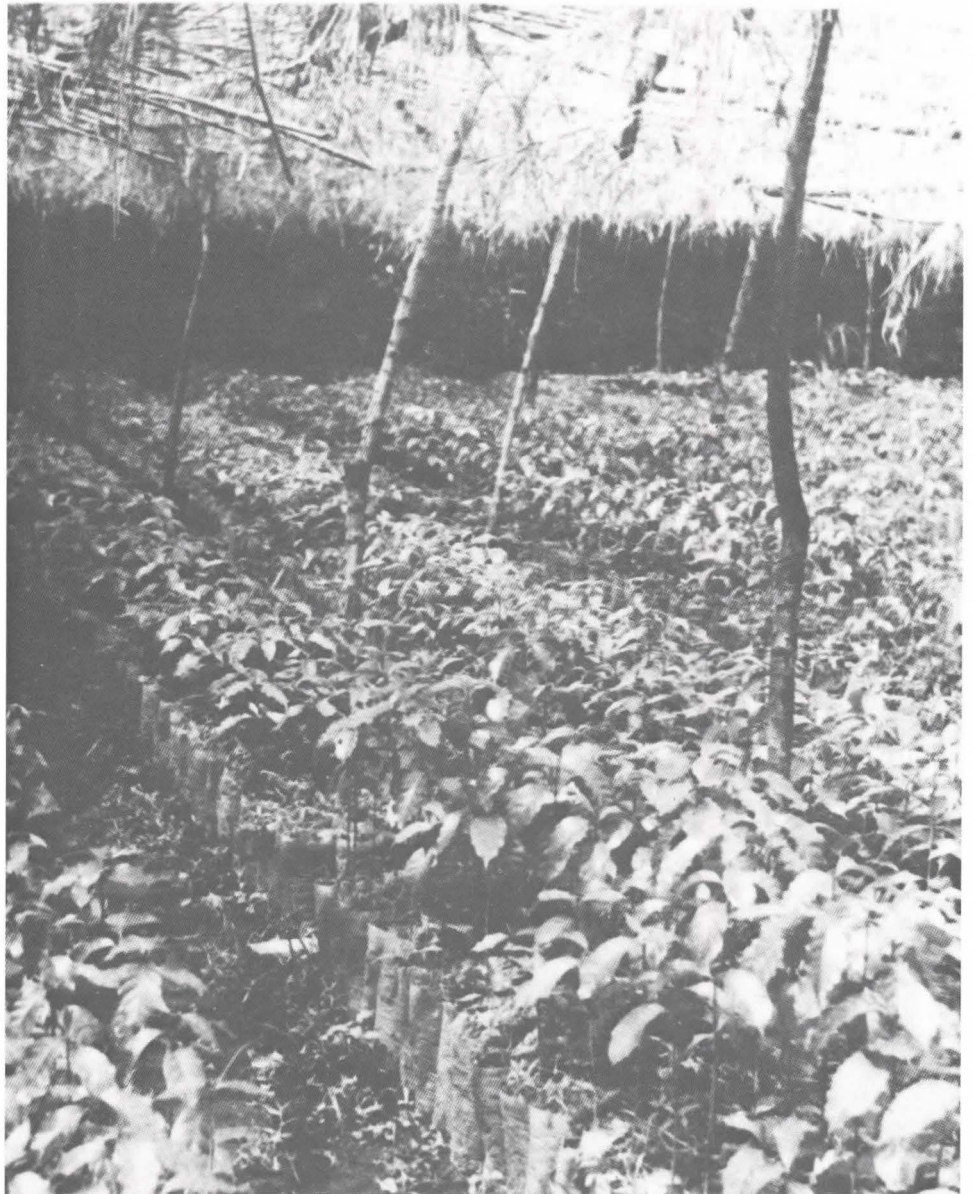
Quels sont les principaux problèmes posés et, par là même, les principaux objectifs des programmes de sélection entrepris au Cameroun ? Dans les zones de haute altitude (1 500 à 1 800 m), où sont situés 40 % des surfaces cultivées en caféier Arabica, l'antracnose des baies (*Colletotrichum coffeanum*) est partout répandue ; elle provoque des dégâts importants et on a estimé que les pertes de production qu'elle entraîne varient, suivant les années, de 20 à 80 % ! En zone de basse altitude, surtout entre 1 000 et 1 300 m, la rouille orangée (*Hemileia vastatrix*) provoque des dégâts non négligeables, qui sont surtout spectaculaires lors des années de forte production ; les arbres ont alors bien du mal à reconstituer de nouvelles feuilles pour remplacer celles détruites par la rouille, et la récolte de l'année suivante est généralement médiocre. D'autres aléas, bien que sans doute moins importants ou difficiles à résoudre par la sélection, ne doivent pas être négligés, qu'il s'agisse de maladies cryptogamiques comme la rouille farineuse (*Hemileia coffeicola*), *Corticium*, ou autres, de

(sécheresse excessive), ou d'insectes nuisibles.

Les critères de sélection ont donc principalement trait à la productivité, à la résistance aux maladies et aux divers aléas, mais aussi à la qualité du produit, à la vigueur des arbres et, en définitive, à l'amélioration de la rentabilité des exploitations.

Une première orientation du programme de sélection a consisté à rassembler et à comparer un certain nombre de types de caféiers, en vue

de repérer aussi rapidement que possible des cultivars bien adaptés aux conditions des zones de culture. Dans un programme de sélection générative de plus longue haleine, on cherche à transférer, par des hybridations contrôlées, des rétro-croisements et des autofécondations, des caractères intéressants (notamment des caractères de résistance aux maladies) à des variétés qui en sont dépourvues et qui possèdent un potentiel de production élevé.



Pépinière de caféiers Arabica repiqués en sachets en polyéthylène
(Cl. Bouharmont, Cameroun)

Pour la réalisation du premier volet de ce programme, les plantations du pays ont été prospectées, de même que quelques anciens champs de collection contenant des variétés introduites antérieurement. Les caféiers présentant des caractères intéressants ont été prélevés et rassemblés dans des collections.

Simultanément, un grand nombre de cultivars ont été introduits de stations de recherche étrangères et plantés eux aussi en collection. Ils proviennent de nombreux pays d'Amérique, d'Afrique et d'Asie. Outre des types assez classiques, d'autres types aux caractères particuliers et des variétés sélectionnées, un certain nombre de clones qui présentent des résistances différentielles aux races d'*Hemileia vastatrix* et diverses descendance d'hybrides ont été importés d'Oeiras au Portugal, tandis que des prospections effectuées en Éthiopie, pays d'origine de l'Arabica, permettaient de rassembler plusieurs dizaines de types, qui constituent sans doute la réserve la plus intéressante de gènes utilisables pour les travaux de recherche au Cameroun. Au total, quatre cent cinquante origines ont été repérées ou introduites et figurent en collection. Tous les cultivars ont été observés pendant plusieurs années ; certains ont été placés dans des essais multilocaux afin d'être comparés simultanément entre eux et aux caféiers locaux. Les dispositifs expérimentaux utilisés permettent d'analyser statistiquement les résultats ; les caféiers sont cultivés sans traitement phytosanitaire, afin de pouvoir mettre en évidence les différents niveaux de sensibilité aux maladies. Un classement des variétés a été établi, suivant leur valeur pour plusieurs caractères analysés, notamment pour la productivité dans les conditions adoptées dans les champs d'essais, pour la résistance à l'antracnose des baies, à la rouille orangée, à la rouille farineuse, pour les caractéristiques granulométriques du café produit et sa teneur en caféine. D'autres particularités de certaines variétés ont été observées et notées.

En ce qui concerne l'antracnose des baies et la rouille orangée, qui sont les deux maladies cryptogamiques les plus nuisibles au caféier Arabica au Cameroun, toute la gamme de sensibilité est représentée parmi les variétés des collections, depuis la résistance complète — spécifique — à la rouille, ou presque totale à l'antracnose, jusqu'à une sensibilité extrêmement forte à l'égard de la première ou de la deuxième de ces affections, ce qui

entraîne alors, en certaines circonstances, la perte quasi totale des fruits ou des feuilles des caféiers. Les caractères de résistance peuvent être utilisés dans le programme de sélection générative. On constate que plusieurs origines éthiopiennes figurent parmi les cultivars les mieux classés.

Parmi les variétés mises en compétition dans les essais, il en est une qui se distingue assez nettement par sa bonne productivité et son adaptation aux conditions de milieu. Il s'agit de la variété dénommée « Java », variété repérée dans les caféières de basse altitude du pays, où elle n'est jusqu'à présent cultivée que dans quelques exploitations de type industriel et sur des surfaces peu importantes. Ce caféier est robuste, son développement végétatif est vigoureux ; ses feuilles larges ont une forme plus proche de celle du caféier Bourbon que de celle du Typica, mais leur couleur est bronzée dans le jeune âge ; ses fruits sont allongés, tout comme ses fèves.

Dans les essais comparatifs de variétés où il figure, le Java se situe toujours en tête du classement en ce qui concerne la productivité, ce qui traduit son bon potentiel de production et sa résistance satisfaisante ou excellente aux principales maladies. Dans les régions de haute altitude, on observe, de fait, que les fruits du caféier Java sont relativement peu affectés par l'antracnose ; seules quelques variétés, le plus souvent d'origine éthiopienne, se montrent plus résistantes encore, tout en ne possédant cependant qu'un potentiel de production bien inférieur. Le caféier Java n'est pas porteur de gènes de résistance verticale à la race d'*Hemileia vastatrix* répandue au Cameroun ; sa sensibilité, mise à l'épreuve notamment en pépinière, se situe à un niveau moyennement élevé. Dans les régions de basse altitude, il se comporte cependant relativement bien vis-à-vis de cette maladie, sa vigueur végétative lui permettant de compenser les dégâts qu'elle provoque, même lorsqu'il porte une récolte abondante, facteur qui aggrave habituellement les effets de la rouille. Au champ, le Java se classe parmi les caféiers les moins affectés, surtout lorsqu'on considère l'ensemble des variétés ayant une production satisfaisante.

L'ensemble de ces éléments a conduit à choisir le Java comme variété sélectionnée. Un caféier Java typique a été choisi pour être entièrement autofécondé lors d'une floraison en solitaire, provoquée pen-

dant la saison sèche. Les fruits issus de cette autofécondation sont à l'origine de tous les champs semenciers actuellement existants, qui couvrent une surface d'une bonne dizaine d'hectares. Quinze millions de graines récoltées dans ces champs sont distribuées chaque année ; elles devraient permettre de rénover petit à petit la caféière Arabica du Cameroun. On peut estimer que le seul fait de remplacer le matériel végétal existant antérieurement par ce matériel plus performant, devrait plus que doubler les rendements. A cette amélioration d'ordre génétique, devrait s'ajouter celle d'ordre agronomique, due au rajeunissement des arbres et de la généralisation de la pratique de façons culturales plus adéquates.

Le programme de sélection générative, qui se poursuit dans les stations de recherche, vise surtout quant à lui à transférer des gènes de résistance aux maladies — notamment des gènes de résistance à la rouille et à l'antracnose — à des variétés à potentiel de production élevé. Hybridations contrôlées, rétro-croisements, autofécondations destinés à épurer les descendance et à créer de nouvelles lignées sont pratiqués à cette fin. Plusieurs dizaines de variétés sont utilisées dans ce programme et, parmi elles, le « Java », dont quelques caractéristiques ont déjà été signalées ici, le Caturra, caféier mutant, vigoureux, productif, à architecture basse, mais affecté d'une grande sensibilité à la rouille et à l'antracnose, des clones de caféier Robusta, dont le lot chromosomique a été préalablement doublé, l'Hybride de Timor, qui renferme lui-même des gènes du caféier Robusta et qui possède la résistance verticale à toutes les races d'*Hemileia vastatrix* actuellement connues, des cultivars originaires d'Éthiopie ou d'ailleurs. Ces travaux de recherche devraient aboutir à la création de nouvelles lignées, plus productives que le matériel actuellement en culture et que la variété sélectionnée Java, mieux adaptées aussi, au point de ne plus nécessiter les campagnes coûteuses et astreignantes de traitements phytosanitaires actuellement programmées, plus élaborées, grâce à une réduction de la hauteur des arbres et à un meilleur groupement sur les branches des fruits rendus plus facilement accessibles, plus compétitives grâce à une amélioration de la qualité du café produit et commercialisé.

Tels sont, après la mise au point d'un premier matériel végétal sélectionné et sa diffusion auprès des

planteurs, les objectifs visés par les travaux de sélection du caféier Arabica en vue d'un accroissement de la rentabilité de cette culture, d'une

amélioration du niveau de vie des paysans des Hauts-Plateaux de l'Ouest et d'une participation plus importante de la caféiculture au

développement économique du Cameroun.


P. Bouharmont


CAFE / CACAO

SELECTION
MANUTENTION
STOCKAGE

PERFORMANCES & DÉBITS

10 à 200
TONNES/HEURE






DENIS


AVENUE LOUIS DENIS 28160 BROU
Tél (37) 47.05.08 - Télex : 760789

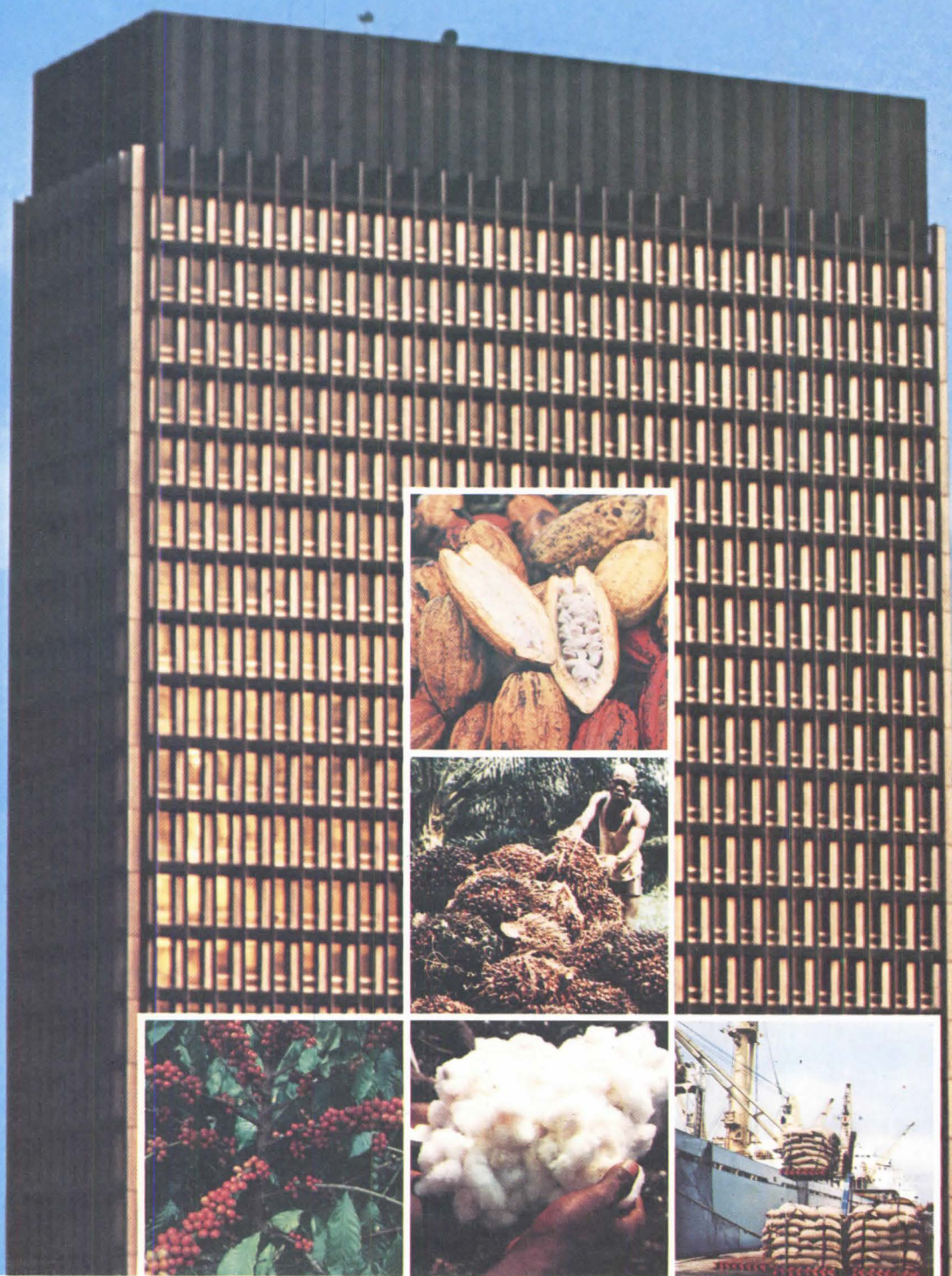
AVENUE LOUIS DENIS 28160 BROU
Tél (37) 47.05.08 - Télex : 760789

DEMANDE DE DOCUMENTATION  DENIS

INTERESSE PAR
LES PRODUCTIONS SUIVANTES

Vis de transport ☐ Convoyeurs ☐
Elévateurs ☐ Ventilateurs ☐ Nettoyeurs ☐
Séparateurs ☐ Vidanges cellules ☐

CAF 039 AFP 



Café, Cacao, Oléagineux, Coton de Côte d'Ivoire

Quatre grands produits contrôlés par la Caisse de Stabilisation et de Soutien des Prix des Productions Agricoles.


- Garantir un revenu stable au producteur quelles que soient les fluctuations du marché.
- Assurer un produit de qualité constante à l'exportation,
- Contrôler les ventes et suivre la destination des produits exportés,

Telles sont les tâches principales de la Caisse de Stabilisation et de Soutien des Prix des Productions Agricoles, Société d'État au capital social de 4 milliards de francs CFA.

La Caisse de Stabilisation emploie plus de

1000 personnes réparties entre son siège social à Abidjan, ses services de contrôle de la Commercialisation à l'Intérieur, et du Conditionnement à l'Exportation, et ses bureaux à Paris et à New York.

Par ses participations au développement économique et à l'infrastructure des régions, ses subventions à l'amélioration des cultures, ses investissements dans le secteur privé, la Caisse de Stabilisation joue un rôle stimulant et essentiel dans l'activité économique, le progrès social et le développement industriel de la Côte d'Ivoire.


CAISTAB
 B.P. V132 - Abidjan
 Côte d'Ivoire
 Tél. : 32.00.33
 Télex : CAISTA A 3711

**CAISSE DE STABILISATION
DES PRIX DES PRODUCTIONS AGRICOLES
DE CÔTE-D'IVOIRE**

Raison Sociale	Caisse de Stabilisation des Prix des Productions Agricoles Avenue Botreau-Roussel B.P. V 132 - ABIDJAN (Côte-d'Ivoire) Tél. 32.00.33 - Télex Caista A 3711
Date de création Statut juridique Capital	Septembre 1955 Société d'État 4 milliards de F CFA (80 000 000 FF)
Dirigeants de l'entreprise	Président du Conseil d'Administration : M. Marcel LAUBHOUET Directeur Général : M. Norbert KOUAKOU
Nombre de salariés	1 394 dont 43 cadres
Autres établissements	<ul style="list-style-type: none">Ivory Coast Representation (accords café et cacao) Princes' House 190 Piccadilly - LONDRES W1 Tel. 437 85 11 et 437 85 93 Telex : IVCOPER London 21238
	<ul style="list-style-type: none">Ivory Coast Stabilization Fund 1 World Trade Center Suite 2507 New York - NY 100 48 Tel. 466 01 80 à 83 Telex 233637 ICSF UR
	<ul style="list-style-type: none">Centre Européen de Promotion 26, rue Feydeau 75002 Paris Tel. 508.97.50 Télex : CAFDI Paris 22351
Activités	Stabilisation des prix au producteur Commercialisation intérieure et Contrôle Exportation de Café, Cacao, Coton, Huiles de Palme, de Palmistes et de Coprah Tourteaux de Palmistes et de Coprah
Principales matières premières	Campagne 1980/1981 : Café vert : Exportations CEE - Espagne : 196 290 tonnes Exportations USA : 46 840 tonnes Exportations Afrique : 21 720 tonnes Cacao : Exportations CEE - Espagne : 231 855 tonnes Exportations USA : 128 468 tonnes Exportations Afrique : 231 855 tonnes
Equipement et investissements	Développement Agricole Implantation d'unités de décortiqueries de café

CAFÉS

COSTA

MARQUE

"BRASIL"

Spécialité de cafés "Pur Brésil"

MAISON BRÉSIL
THOMAZ COSTA

MAISON FONDÉE EN 1912

SOCIÉTÉ
"CAPRO BRASIL"

R.C. PONTOISE 79 B 655

6, rue René-Cassin - 95220 HERBLAY - Tél. 997.60.44

L'ORGANISATION INTERAFRICAINNE DU CAFE O.I.A.C.

groupe les pays africains producteurs de cafés Arabica et Robusta

ARABICA

Angola	Madagascar
Burundi	Rwanda
Cameroun	Tanzanie
Ethiopie	Uganda
Kenya	Zaïre
	Malawi-Zimbabwe

ROBUSTA

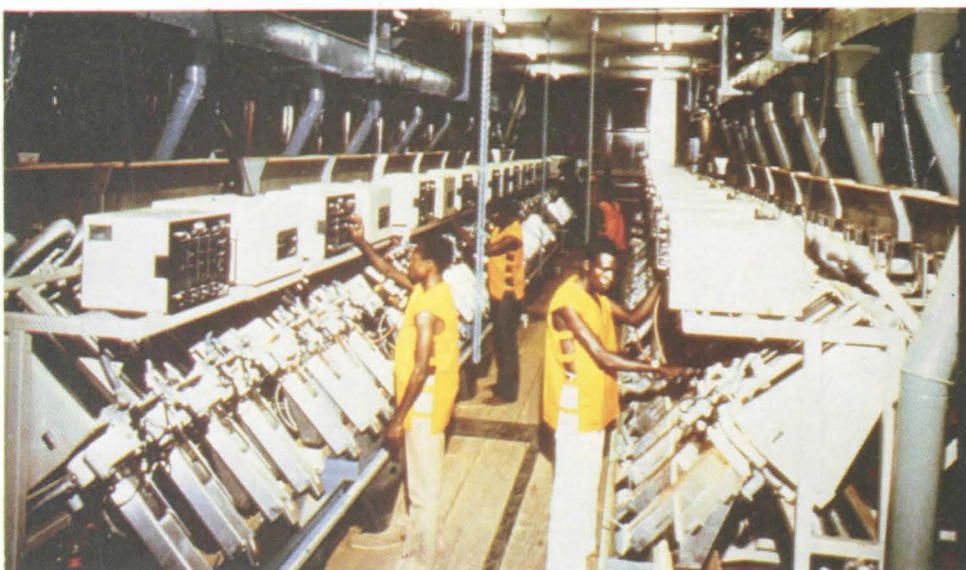
Angola	Ghana	Républ. Centrafricaine
Bénin	Guinée	Sierra Leone
Cameroun	Guinée Equatoriale	Tanzanie
Congo	Libéria	Togo
Côte d'Ivoire	Madagascar	Uganda
Gabon	Nigeria	Zaïre

Pour des informations plus précises, s'adresser au :

Secrétariat Général
B.P. V 210 ABIDJAN
Côte d'Ivoire

Tél. : 32.61.31 ou 85 - Télex : 2406 - Câble : OICAFE ABIDJAN

Arega WORKU : Secrétaire Général



1 - Fruits du caféier
 2 - Triage électronique du café (Côte d'Ivoire)
 3 - Caféiers Arabusta en floraison
 (Côte d'Ivoire, cl. Perriot)



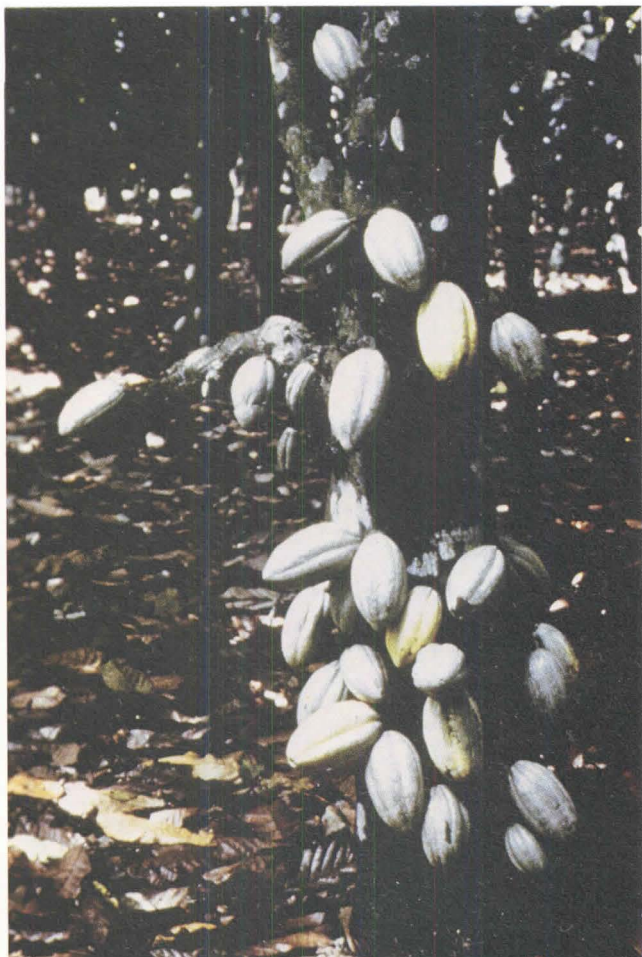
4 - Cacaoyers en fruits (Côte d'Ivoire, cl. Lanaud)

5 - Culture de choux associée au caféier Arabica (Cameroun, cl. Trocmé)

6 - Ecabossage mécanique (Côte d'Ivoire, cl. Braudeau)



7 - Séchage du café Arabica (Cameroun, cl. Blaha)
 8 - Séchage du cacao sur claie (Côte d'Ivoire, cl. Lanaud)
 9 - Fleur de cacaoyer (Côte d'Ivoire, cl. Lanaud)



10 - Fleurs de caféiers *Excelsa* (Côte d'Ivoire, cl. Lanaud)
 11 - Cacaoyer porteur de fruits (Côte d'Ivoire, cl. Lanaud)
 12 - Pépinière de théiers (Kenya, cl. Coste)



SOCIÉTÉ A RESPONSABILITÉ LIMITÉE, CAPITAL DE 4950000F

13, Rue de Condé, 13
68, Rue de la Petite-Vitesse
59110 LA MADELEINE
Tél. **55.30.03** 2 lignes
— Boîte Postale 29 —

TELEX 130413



IMPORTATION DE CAFÉS

CAFÉS VERTS

MEILLEURES PROVENANCES

CAFÉS TORRÉFIÉS

BRULAGE PERFECTIONNÉ
SPÉCIALITÉ DE CAFÉS FINS



LAW

HOUDIN - MAROT

**INSTALLATIONS
CLÉS EN MAINS**

**Séchage . Stockage
Semences
Fabrication d'aliments**

SECEMIA INDUSTRIE

70, Avenue du Président Kennedy,
02200 SOISSONS

Tel. (23) 73.08.91

Telex 150721 F



le spécialiste du café en France

*propose une gamme de produits
de haute qualité*

Cafés torréfiés : ***Le Nectar***
La Dégustation
Le Régat

Café décaféiné : ***Nuit et Jour***

Café soluble : ***Mokafiltre***

Café chicorée : ***Ciconia***

LES CAFÉS JACQUES VABRE S.A. LAVERUNE 34430 ST-JEAN-DE-VEDAS
R.C. MONTPELLIER B. 456 800 937 - CAPITAL 150 000 000 Francs

Où en est-on avec l'Arabusta ?



*Arabusta - Branches chargées de fruits
(Cl. Blaha, Côte d'Ivoire)*

Dès 1962 l'IFCC s'est attaché à l'amélioration qualitative du café produit en Côte d'Ivoire en exploitant l'hybridation interspécifique au niveau tétraploïde entre *Coffea canephora* (allogame, vingt-deux chromosomes) et *Coffea arabica* (autogame, quarante-quatre chromosomes). Les *Canephora*, tétraploïdisés par traitement à la colchicine de graines et de plantules, ont été croi-

sés directement avec *Coffea arabica* et le nouveau matériel ainsi obtenu a été appelé Arabusta.

Les premières familles hybrides ont été plantées en 1967 et en 1968.

La mise en évidence immédiate d'un niveau satisfaisant d'autofertilité et d'interfertilité chez les Arabusta a encouragé la poursuite des travaux pour l'obtention de clones (voie

exclusive de diffusion de cet hybride à contenu génétique très hétérogène) exploitables pour une production industrielle de café.

Les qualités marchandes et organoleptiques du produit ont été appréciées dans les laboratoires de l'IFCC et chez les utilisateurs potentiels.

La sélection

La sélection progresse au rythme de la création des hybrides artificiels (issus de croisements dirigés) et naturels (recherche d'hybrides dans les plantules obtenues par semis de graines de *Canephora* tétraploïdes plantés dans un environnement pollinique *Arabica*). Les hybrides sont mis à l'épreuve sur des surfaces restreintes, pour des raisons économiques, et en tenant compte du fait que trois années de récolte analysables permettent d'effectuer un choix significatif. La pression de sélection est d'environ un sujet d'élite pour dix mille hybrides créés.

Des rétrocroisements visant à augmenter les parts respectives de l'*Arabica* ou du *Canephora* dans le patrimoine des hybrides ont été réalisés. La réceptivité des Arabusta pour le pollen de l'un ou de l'autre est assez bonne, mais le rétrocroisement entraîne, outre un retour du faciès vers le parent récurrent, une perte de vigueur et de fertilité de l'hybride synthétisé, à l'exception de quelques cas spécialement intéressants.

Des défauts de fertilité génétique, se traduisant par des taux élevés de graines caracolis (50 à 60 %) et par 15 à 20 % de fruits contenant une ou deux loges vides, nous ont conduit à entreprendre un programme d'amélioration de l'Arabusta par sélection de **géniteurs *Canephora* tétraploïdes** à fertilité supérieure. La restauration progressive de la fertilité du parent *Canephora* est obtenue par générations successives de tétraploïdes, géniteurs des « vagues » Arabusta.

Actuellement, les élites *Canephora* tétraploïdes, une vingtaine, présentent des rendements voisins de ceux des meilleurs diploïdes et une très forte granulométrie.

Le pool Arabica, très restreint au départ (« Tana », Guinée Pita, Mundo

Novo...), a été progressivement élargi par l'introduction de cultivars variés, originaires d'Amérique du Sud pour la plupart, et par les origines prospectées en Éthiopie en 1966-1967. Ces dernières servent de base à la sélection de clones F₂ adaptés aux conditions de basse altitude, matériel exploité en hybridation depuis 1981.

En 1982, le mélange clonal Arabusta vulgarisable se compose de dix clones (sept sélections de première vague, trois de deuxième vague) ; sa productivité est de 1,5 t de café marchand/ha. Dix nouvelles sélections sont intensément multipliées pour introduction en épreuves de confirmation et en parcs à bois de grande taille.

La phytotechnie

La phytotechnie a été abordée avec les a priori de la robustaculture, eu égard au faciès de l'Arabusta, sur les stations de l'IFCC, dès 1973 et au CEDAR (Centre d'Étude et de Développement de l'Arabusta) de Soubré, où une plantation de type industriel a été mise en place en 1975. Ces essais orientatifs ont montré l'importance des facteurs taille-densité et en 1983 des expérimentations plus précises seront mises en place sur les stations de Divo et d'Abengourou (Côte d'Ivoire), avec au préalable une simulation sur ordinateur pour estimer les variantes à tester.

Le phénomène de la verse affecte fortement les Arabusta. Il a été parfaitement décrit, mais la démarche la plus élégante pour le contrôler (tri

sur le module de Young) augmente de façon importante la pression de sélection. Nous pensons contourner cette contrainte en augmentant la force critique des tiges par écimage. Trois tiges écimées à 1,65 m, une densité de 2 000 caféiers par hectare et la régénération du bois fructifère semblent être les composantes essentielles du système de conduite à vulgariser.

Au plan entomologique, l'Arabusta montre une sensibilité certaine à *Bixadus sierricola*, foreur des troncs, et à *Antestiopsis lineaticollis intricata*, punaise bigarrée. Le scolyte des grains, *Hypothenemus hampei*, et le criquet puant, *Zonocerus variegatus* sont comme sur *Canephora* de dangereux déprédateurs. Des méthodes de lutte préventive et/ou curative existent toutefois pour tous ces parasites.

Au plan phytopathologique, la rouille orangée due à *Hemileia vastatrix* ne pose pas de problème. Il faut noter que l'Arabusta n'est pas réfractaire à la cercosporiose.

La technologie

La qualité marchande du produit est connue. Elle impose le traitement des cerises par voie humide, ce qui ne peut être assuré dans le système de culture individuelle traditionnelle.

La vulgarisation

La vulgarisation, réalisée grâce à la SATMACI, qui doit planter 1 500 ha de 1984 à 1988, et au Projet de la Banque mondiale, qui doit assurer la

plantation de 1 500 ha dans le Centre Ouest dès 1984, se fera par blocs et groupes de plantations de 50 ha rattachés à un atelier artisanal standard ; cette typologie d'exploitation, développant le mouvement coopératif, devrait faciliter le passage en milieu paysan des thèmes de vulgarisation « agrotechnie et protection entomologique ».

Les investissements faits à ce jour sont importants, les résultats obtenus montrent que la voie Arabusta est largement ouverte.

La restructuration, la réorientation et le renforcement du programme de sélection sont indispensables pour obtenir rapidement des clones haut producteurs et rustiques.

Différentes voies d'amélioration, devant être suivies simultanément, sont proposées :

- refaire les meilleures combinaisons hybrides,
- exploiter plus intensément les géniteurs d'élite,
- améliorer le pool génique des *Coffea canephora* tétraploïdes,
- réaliser des hybrides quatre voies,
- introduire d'autres génomes que celui du *Canephora* dans les hybridations avec l'Arabica.

Certaines de ces voies ont déjà des bases solides en 1982.

La part relative du volet Arabusta dans le programme d'amélioration du caféier en Côte d'Ivoire est décidée en Commission Mixte Franco-Ivoirienne.

P. Duceau

COMPAGNIE FORESTIERE SANGHA-OUBANGUI (C.F.S.O.)

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 1.964.500 FRANCS

SIEGE SOCIAL :

23, rue de l'AMIRAL-D'ESTAING, 75116 PARIS

BUREAUX EN AFRIQUE :

Plantation de Mampang, B.P. 24, **ABONG M'BANG** (République Unie du Cameroun)

Exploite au Cameroun plus de 1 650 hectares de plantations de café Robusta

Progrès en agronomie du Robusta



Caféiers irrigués avec engrais
(Cl. Snoeck, Côte d'Ivoire)

La valorisation des travaux de génétique doit passer par l'application de méthodes culturales rationnelles. La diffusion de clones haut producteurs n'augmentera les rendements des planteurs qu'à la condition que ceux-ci adoptent des techniques culturales simples et efficaces. Il s'agit de

des culturales ayant été respectées, de l'apport d'une fumure minérale. En conditions normales de culture et de taille, la **fertilisation minérale** donne des accroissements de production très rentables, comme le montrent les récoltes enregistrées dans des essais d'engrais plantés

RÉCOLTES EN KG DE CAFÉ MARCHAND PAR HECTARE ET PAR AN

Station	Sans engrais	Avec engrais	Durée des observations
Abengourou (J 13)	2 487	2 906	1971 à 1980 = 10 ans
Bingerville	1 542	2 128	1971 à 1978 = 9 ans
Divo (G 4)	1 832	2 170	1975 à 1980 = 6 ans
San Pedro (C 2)	1 896	2 133	1974 à 1980 = 7 ans
Zagné (M 2)	1 330	2 759	1974 à 1980 = 7 ans
(M 3)	1 926	3 163	1974 à 1980 = 7 ans
Tombokro			
— sans irrigation	1 487	1 977	1973 à 1980 = 8 ans
— avec irrigation	2 238	3 163	1973 à 1980 = 8 ans

l'augmentation de la densité de la plantation, de la taille des caféiers, de leur entretien avec des herbicides et en dernier lieu, toutes ces métho-

des culturales ayant été respectées, de le mélange clonal vulgarisé depuis 1969 chez les planteurs en Côte d'Ivoire.

L'influence des facteurs écologiques sur les réponses des caféiers aux engrais est évidente. A Zagné (Côte d'Ivoire), sur les sols pauvres, très désaturés de l'ouest du pays où la pluviosité est favorable, les engrais arrivent à doubler les productions. Par contre, à Abengourou, en condition de pluies déficitaires, inférieures à 1 400 mm par an, les accroissements de récolte sont faibles. Ils deviennent nuls en années sèches à pluviosité inférieure à 1 100 mm. Quant aux réponses médiocres de San Pedro, elles sont dues à la répartition annuelle très déséquilibrée des pluies (sept mois déficitaires par an).

A Madagascar, dans la zone proche du tropique du Capricorne, les basses températures de l'hiver austral limitent la croissance des caféiers et conditionnent ses besoins en éléments minéraux. Il semblerait que les caféiers des zones plus fraîches aient un plus grand besoin en azote pour favoriser une reprise plus rapide de leur développement au printemps.

En Côte d'Ivoire, les essais de **densité de plantation** menés pendant dix-huit ans ont montré que la densité de 1 960 caféiers/ha entraîne un surcroît de production de 18 % par rapport à la densité classique de 1 333 pieds/ha. Déduction faite des investissements supplémentaires, les planteurs augmentent leur revenu annuel d'environ 15 %. Les essais plantés dans d'autres zones de culture, au Cameroun, en RCA ainsi qu'en Nouvelle Calédonie, confirment l'intérêt des plus fortes densités.

Le dispositif de plantation à 3 m entre les lignes a l'avantage de permettre l'implantation de **cultures vivrières intercalaires** au cours des deux premières années. En respectant des distances de 1 m entre plantes vivrières et caféiers, on ne compromet nullement l'avenir des caféiers et on récolte suffisamment de produits vivriers (riz, arachide,

maïs) pour assurer la subsistance de cinq personnes par hectare de plantation.

En outre, ce dispositif rend possible la **mécanisation** de certains travaux : labour, hersage et semis des plantes vivrières, désherbages mécaniques ou chimiques, pulvérisations insecticides sur les deux cultures, récoltes,...

Pour l'entretien des caféiers, de nombreux **herbicides** ont été mis à l'épreuve dans des essais plurianuels pour observer leurs effets de longues durées sur les plantes adventices et sur les caféiers. On a pu conclure à la très grande efficacité du glyphosate, du paraquat et de l'aminotriazole combiné avec de l'amétryne et du thiocyanate. Les deux derniers sont relativement peu coûteux. Vu la rareté de la main-d'œuvre en Côte d'Ivoire et son prix, l'entretien des plantations avec ces herbicides est très économique en personnel et en finances.

Une **taille rationnelle** des caféiers est la condition essentielle et néces-

saire pour obtenir de bonnes récoltes. Il a été amplement démontré que l'absence de taille est la grande responsable des faibles productions dans beaucoup de pays producteurs. En zone équatoriale la taille quinquennale donne des résultats excellents et de hauts rendements. Il s'agit de trois ou de quatre troncs de même âge et de même vigueur, produisant pendant cinq ans. Après la cinquième récolte, on recèpe tous les troncs sauf un, qui est maintenu comme tire-sève pendant une année. Trois ou quatre nouveaux gourmands formeront les nouveaux troncs qui assureront la récolte du cycle suivant après recépage du tire-sève. Cependant, certains clones produisent autant, sur deux ou trois troncs écimés à 1,80 m, ne subissant qu'une taille répétée d'égourmandages, sans taille de branches primaires ou secondaires. Ce système est plus simple et plus facilement vulgarisable. Mais il exige un nouveau choix parmi les clones sélectionnés. Il permettrait sans doute la mécanisation de la récolte.

Il faut noter que la taille quinquennale est mal adaptée aux caféiers cultivés en région subtropicale ou en zones d'altitude, où le facteur limitant la croissance des caféiers est la température hivernale. En effet, à Madagascar, on observe une année sans récolte après le recépage du tire-sève parce que la croissance des gourmands de remplacement est plus lente qu'en région chaude. Dans ces conditions, la sélection de clones bons producteurs sur troncs écimés est plus intéressante.

Les recherches sur l'amélioration des techniques agronomiques se poursuivent. Les thèmes principaux sont :

- l'étude des interactions densité-taille-fumure-clone ;
- la fertilisation minérale : forme d'azote, date d'épandage ; définition de l'équilibre cationique ;
- l'économie en eau du sol des caféières des régions marginales ;
- l'association permanente ou temporaire avec les cultures vivrières.

J. Snoeck

Exemples de fumure minérale du caféier Robusta en Côte d'Ivoire

Note préliminaire : Étant donné la sensibilité des caféiers au chlore, les formulations à base de chlorure

de potasse sont abandonnées en faveur des autres formes de potasse (sulfate ou cendres). C'est la raison

pour laquelle on emploiera le 8.4.20.4 et on abandonnera le 12.15.18 contenant du chlore.

Sol peu désaturé du Centre et de l'Est

Années	Doses annuelles			Epoques d'épandage
	(kg/ha) Unités N	(kg/ha) Urée	(g/pied ; 1 333 caféiers/ha) Urée	
N0	20	43	2 × 16	juillet et septembre
N1	50	109	2 × 41	mars et septembre
N2	80	174	2 × 65	mars et septembre
N3	90	196	2 × 74	mars et septembre
N4	100	217	2 × 81	mars et septembre
N5	100	217	2 × 81	mars et septembre
N6	100	217	2 × 81	mars et septembre
N7 recépage	50	109	2 × 41	juillet et septembre
N8	formule 20.2.10.2			
N9 et suite	comme sur les sols très désaturés (tableau suivant)			

Sols très désaturés de l'Ouest et sables tertiaires

Formule 20.2.10.2 composée par un mélange d'urée et de 8.4.20.4

Années	(kg/ha) 20.2.10.2	(kg/ha) Urée	(kg/ha) 8.4.20.4	(doses en g/pied ; 1 333 caféiers/ha)	
				Urée	8.4.20
N0	100	35	50	2 × 13	38
N1	250	87	125	2 × 33	94
N2	750	262	375	2 × 98	281
N3	1 000	350	500	2 × 132	375
N4	1 000	350	500	2 × 132	375
N5	1 000	350	500	2 × 132	375
N6	1 000	350	500	2 × 132	375
N7 recépage	250	87	125	2 × 33	94
N8	1 000	350	500	2 × 132	375
N9 et suite	1 000	350	500	2 × 132	375

Fractionnement et époque d'épandage

Urée : deux fractions : mars et octobre.

8.4.20.4 : une fraction, fin juin - début juillet.

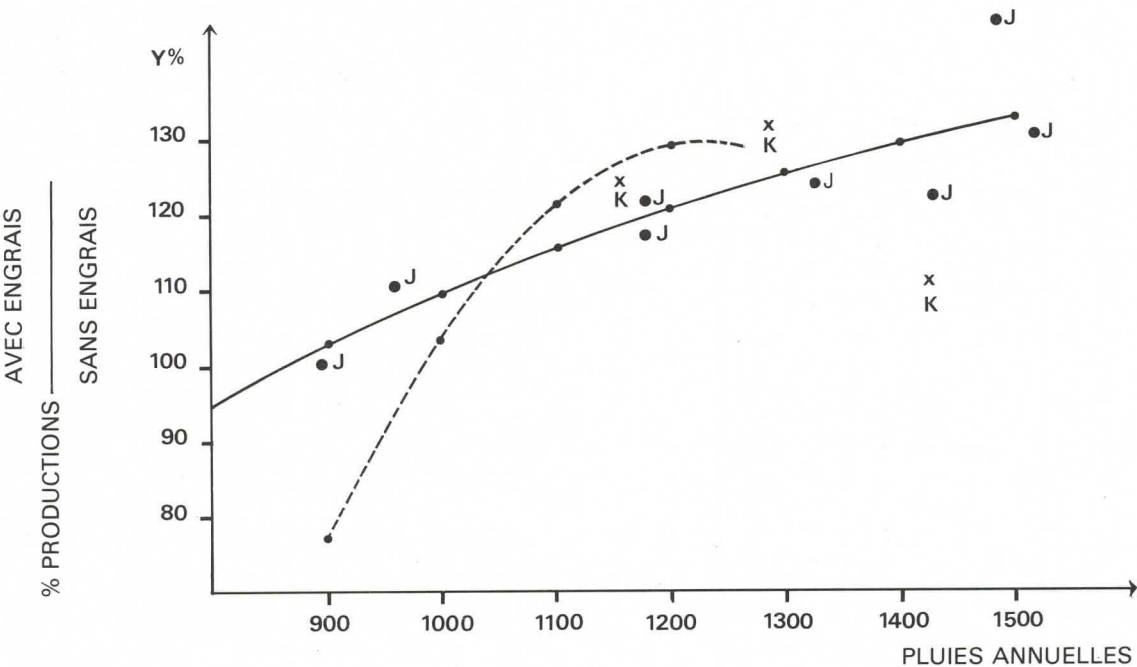
Noter qu'en année de plantation (N0) et qu'au cours des années de recé-

page (N7, N12, N19), il faut épandre l'urée en septembre et octobre-novembre et le 8.4.20.4 en juin-juillet.

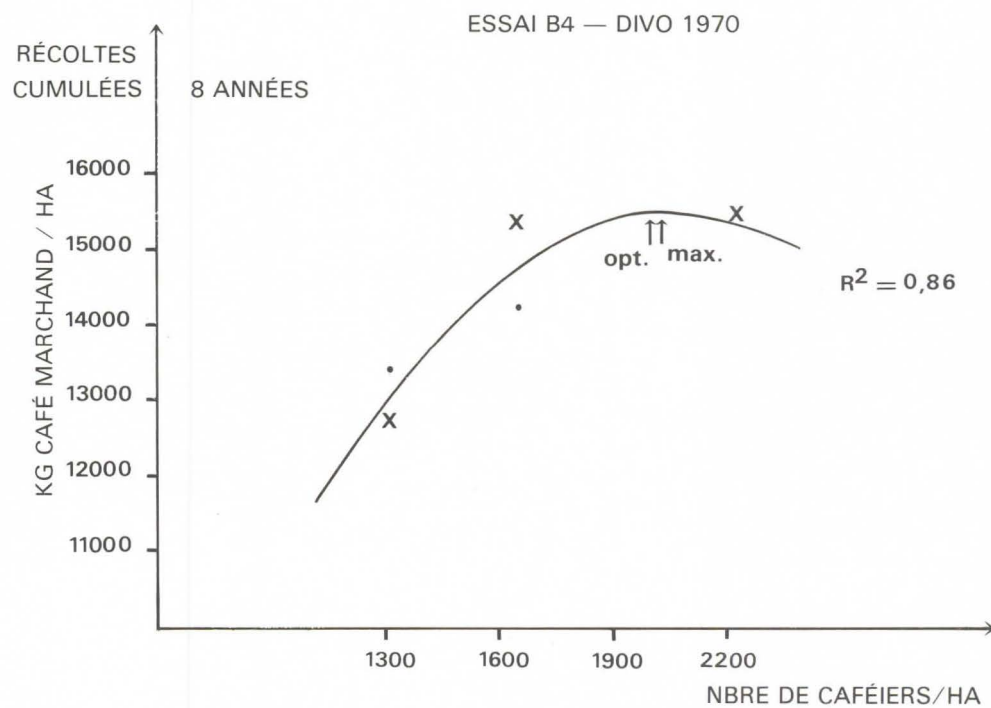
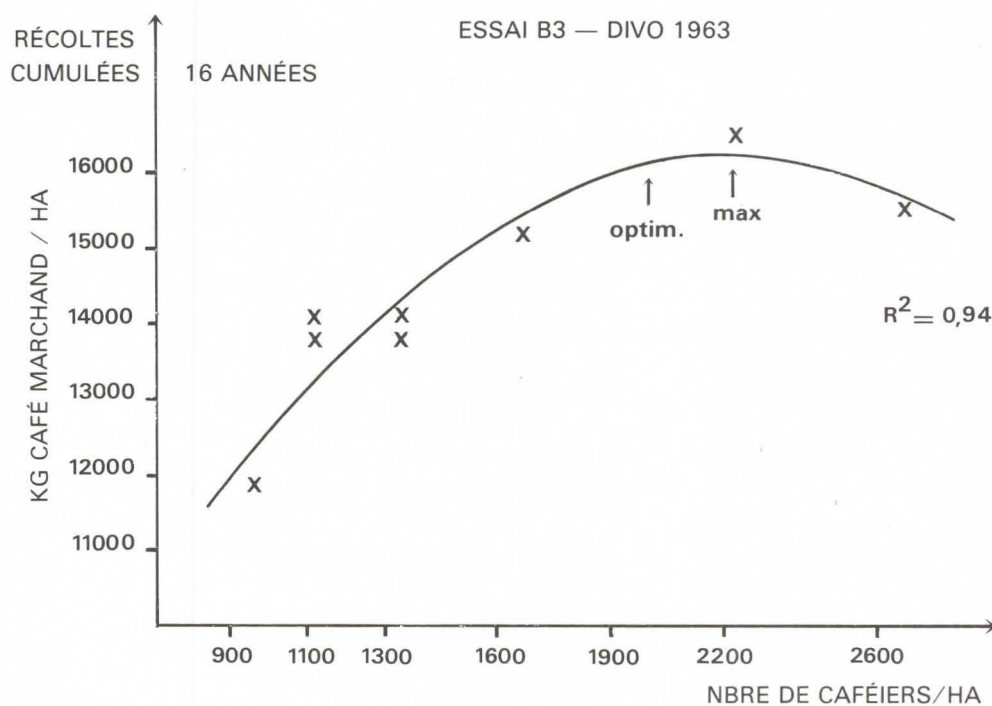
GRAPHIQUE 1. — STATION D'ABENGOUROU
RÉPONSES AUX ENGRAIS EN FONCTION DE LA PLUVIOMÉTRIE ANNUELLE

Essai J 13: $Y \% = - 33,4.10^{-6}P^2 + 0,1297 P + 13,24 \tau = 0,881^{**}$ —●—

Essai K 18: $Y \% = - 490.10^{-6}P^2 + 1,2051 P - 612,03 \tau = 0,994^{**}$ -●-



GRAPHIQUE 2. — RELATIONS ENTRE LES DENSITÉS DE PLANTATION ET LES PRODUCTIONS



J. Snoeck

Régénération des caféiers Robusta et des caféières

La régénération est une opération de taille qui permet de rétablir l'architecture des caféiers en favorisant la production de bois fructifère en vue de maintenir un niveau de récolte élevé. En effet, après quatre à cinq années de production, on remarque que le caféier est de moins en moins chargé en fruits.

Cette technique culturale largement éprouvée en station fait l'objet de programmes de développement en Côte d'Ivoire.

En outre, la conduite du caféier en croissance libre avec régénération périodique est une technique simple facilement vulgarisable, comparée aux nombreux systèmes de taille proposés par ailleurs.

Architecture et croissance

Naturellement, le caféier est constitué d'un tronc (axe orthotrope) portant un certain nombre d'étages de rameaux plagiotropes ou primaires, lesquels se divisent en branches secondaires et tertiaires.

Rapidement, l'équilibre architectural du caféier est perturbé par la perte, accidentelle ou non, des rameaux plagiotropes des étages inférieurs. Le tronc se dégarnit peu à peu tandis que des rejets orthotropes naissent. Le caféier prend une forme buissonnante avec, à la cime, un réseau plus ou moins lâche de primaires.

Par ailleurs, le caféier fructifiant sur du bois âgé d'un an, la zone fructifère est dite centrifuge. Enfin l'élongation excessive des primaires et du tronc perturbe la physiologie de l'arbre et entraîne une diminution de la récolte.

La taille multicaule

Parmi les différents types de taille pratiqués en caféiculture, l'IFCC recommande une taille en multicaulie avec renouvellement périodique des troncs. Cette taille comporte deux opérations :

- formation de la multicaulie,
- renouvellement des troncs.

Formation de la multicaulie

Dès la plantation, on favorise l'émission de rejets orthotropes, soit en plantant avec une inclinaison, soit par arcure. On laisse se développer cinq à six rejets pour ne garder que trois ou quatre tiges qui porteront le bois fructifère. Dès la troisième année, le caféier a un port buissonnant. La seule taille pratiquée est l'égourmandage.

Toutefois, l'architecture de l'arbre se dégrade et dès la cinquième récolte (sept ans après plantation) il est nécessaire de procéder au renouvellement des axes orthotropes (troncs). La production décroît rapidement si cette opération n'est pas faite (graphiques 1 et 2) pour se stabiliser aux environs de 200 kg/ha.

Renouvellement des troncs (schéma)

Cette opération consiste dès la fin de la récolte à couper tous les axes orthotropes sauf un. Cette taille se fait à la scie et le plus bas possible, en général à 25-30 cm du sol. Ce système, appelé recépage sur tire-sève, évite un trop grand déséquilibre physiologique pouvant entraîner la mort de la souche. En outre, la production sur tire-sève permet une petite récolte l'année suivante.

L'éclaircissement du sol et des souches après recépage favorise l'émission de nombreux rejets que l'on soumet à la sélection dès que leur taille atteint 30 à 40 cm. Cette sélection est généralement menée en deux ou trois étapes pour ne laisser que quatre tiges vigoureuses et bien réparties autour de la souche.

Par ailleurs, il est nécessaire de faire une régénération du système racinaire par un labour léger. A cette fin, les cultures vivrières associées sont recommandées.

Après la récolte sur tire-sève, celui-ci est supprimé et le cycle recommence.

Les rendements des plantations régénérées varient avec l'âge des caféiers. En effet, de vieux arbres forment difficilement des rejets et les souches risquent de mourir.

L'âge optimal d'une plantation pour la régénération se situe entre huit et quinze ans.

La régénération en milieu paysan

Jusqu'en 1980, en Côte d'Ivoire, le recépage périodique des caféières n'a jamais été fait. Cette technique s'opposait à des « tabous sociologiques ». Compte tenu du vieillissement de la caféière ivoirienne et du rythme insuffisant de plantations nouvelles avec du matériel sélectionné, la Côte d'Ivoire a lancé un programme de recépage de 100 000 ha de caféières sur une période de cinq ans. Cette opération devrait maintenir la production nationale à un niveau suffisant. En effet, les estimations donnent un rendement moyen des caféières à régénérer de l'ordre de 250 à 300 kg/ha. Il devrait atteindre 600 à 700 kg après recépage.

Le programme de régénération a été lancé en 1980. Pour vaincre les réticences des planteurs, le Ministère de l'Agriculture fournit aux planteurs désirant recéper leurs caféières une prime de 60 000 F CFA/ha répartie comme suit :

- 20 000 F CFA de prime en nature comprenant l'outillage nécessaire, des produits phytosanitaires, de l'engrais et des semences de plantes vivrières (riz, maïs),
- 40 000 F CFA de prime en espèces distribuée par moitié, l'une en septembre de l'année qui suit le recépage, l'autre en juillet de l'année de la suppression du tire-sève.

Ces primes en espèces ne sont accordées que si tous les travaux de sélection de rejets et d'entretien ont été exécutés.

L'opération de régénération a été assez bien perçue par les planteurs. En effet, l'attrait de la prime a été certainement le facteur essentiel du lancement de ce programme, mais des contraintes diverses ont amené un retard important dans la distribution des primes et malgré cela, environ 45 % des planteurs continuent les recépages.

Par ailleurs, une enquête menée en 1981 a montré que 26 % des paysans ont recépé deux années de suite et que 60 % d'entre eux étaient décidés à régénérer toutes leurs caféières.

Ces résultats montrent que la régénération est une opération intéressante pour améliorer la production de la caféière et ce d'autant mieux que le planteur, méfiant par nature, commence par recéper ses plantations les plus vieilles.

D. Duris

Résultats de 1980 à 1982

	OBJECTIF	RÉALISATION	%
1980	7 500	5 381	71,7
1981	12 200	7 176	59,8
1982	13 000	7 695	59,2
TOTAL	32 700	20 252	61,9

Faites vous-mêmes VOS CONTROLES D'HUMIDITE

avec votre doseur
DICKEY-John®:

Vous remplissez...

vous lisez

immédiatement...

Portatif, simple, fidèle,
votre doseur Dickey-John
vous permet de décider

**POUR RECOLTER
POUR SECHER POUR STOCKER**

Résultat en 20 secondes par affichage digital.

● Aucune pesée à faire ● Correction instantanée de température ● Grande étendue de mesure, jusqu'à 45 % pour le maïs ● La précision de mesure sur base statistique au seuil de 85 % est de l'ordre de $\pm 0,5$ % à 15 % ● Etalonnage pour de nombreuses graines : Blé tendre, Maïs, Blé dur, Orge, Escourgeon, Seigle, Avoine, Riz, Colza, Tournesol, Sorgho, Soja, Lin, Pois, Feverolles, Lentilles...



PRIX H.T. 2 850 F - T.T.C. 3 380 F

tripette & renaud



BON DE COMMANDE à retourner à Tripette et Renaud
39, rue J.-J. Rousseau - 75038 Paris Cédex 01 - Service DJFA.

Veillez me faire parvenir **CONTRE REMBOURSEMENT**

Contrôleur(s) d'humidité **DICKEY-John** au prix unitaire
de 2850 F H.T. + frais d'envoi

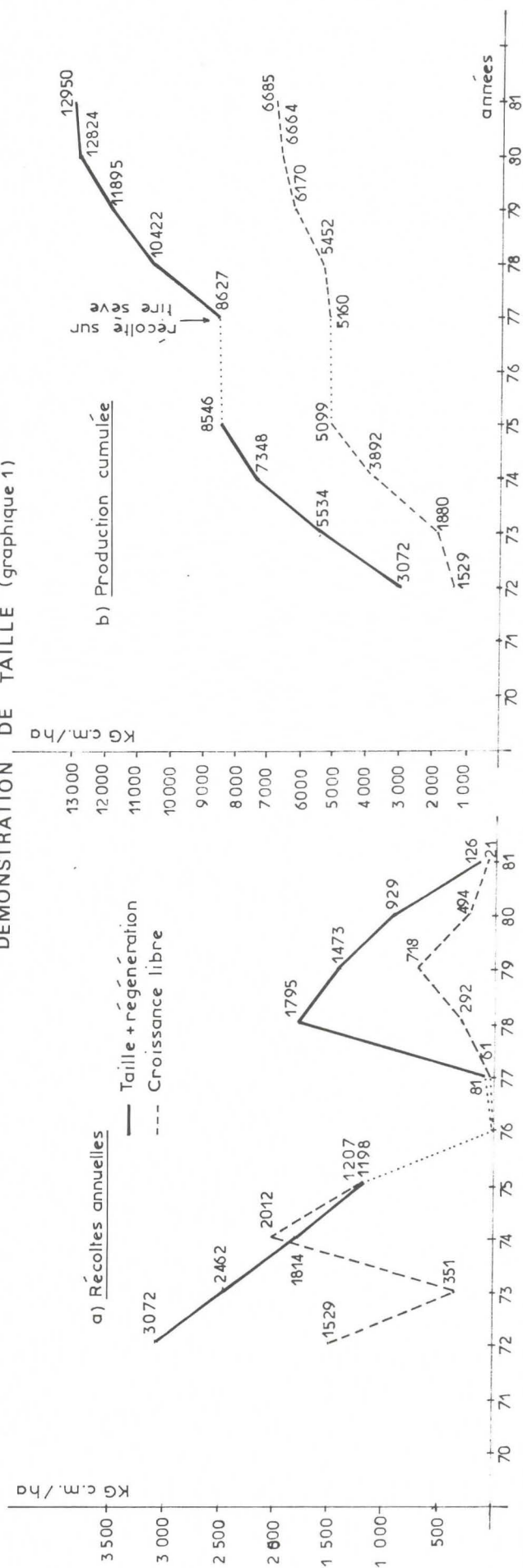
ALIZES 68

Nom _____ Prénoms _____

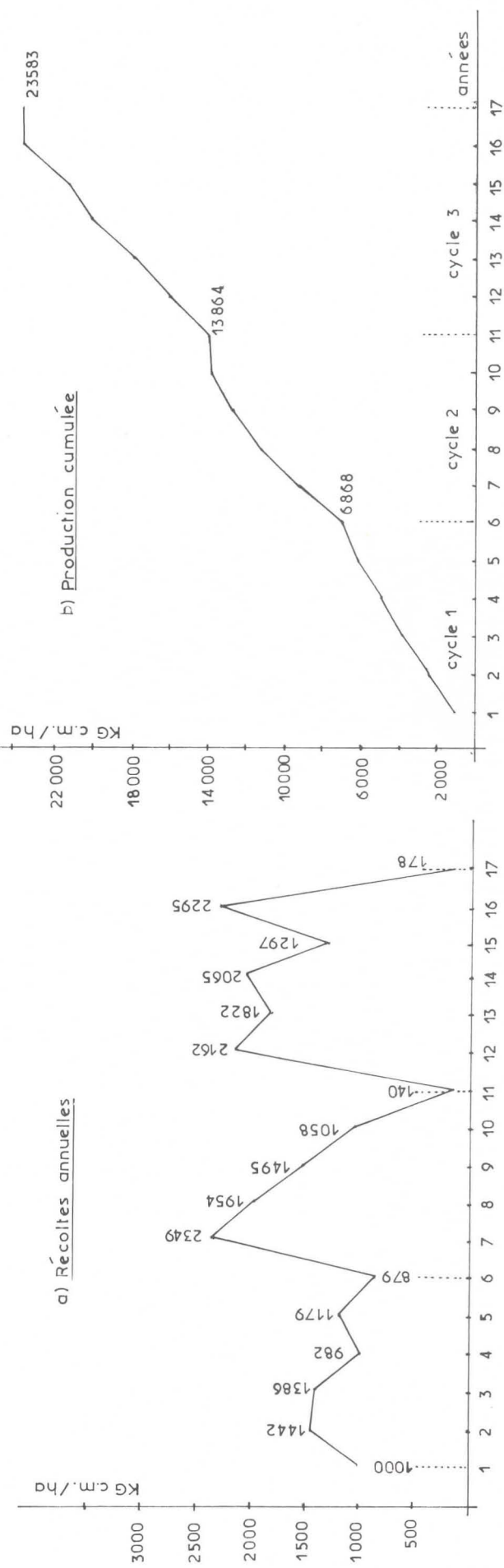
Adresse complet _____

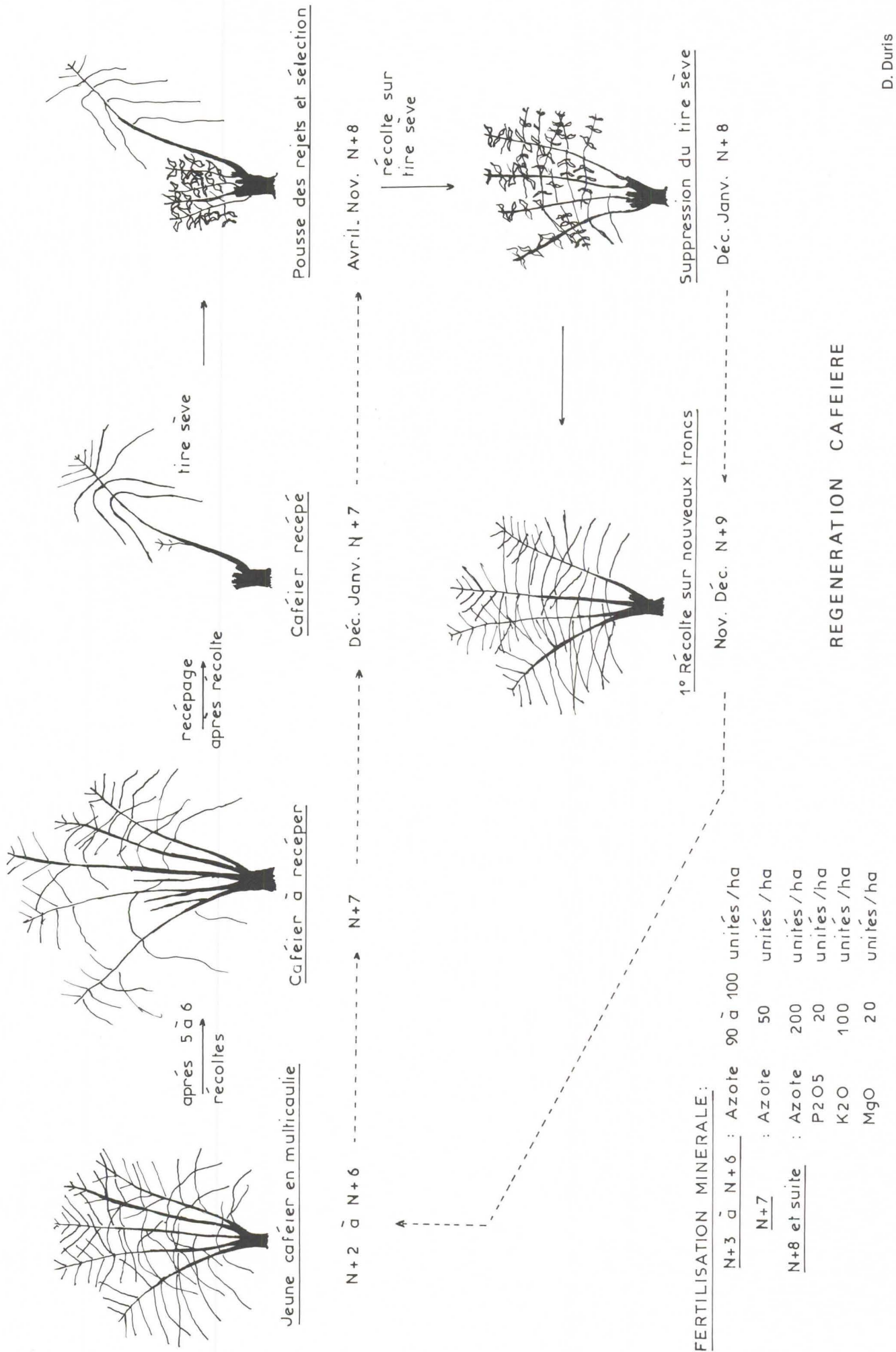
Date _____ Signature : _____

DEMONSTRATION DE TAILLE (graphique 1)



TAILLE QUINQUENNALE (graphique 2)





Progrès en agronomie de l'Arabica au Cameroun

Au Cameroun, le caféier Arabica est cultivé sur une superficie de 150 000 ha. Les champs sont localisés dans les régions montagneuses de l'Ouest, entre 5°5 et 6°5 de latitude Nord, à des altitudes comprises entre 1 000 et 1 800 m. Avec une production de 25 000 t de café, le Cameroun se situe à la cinquième place parmi les pays d'Afrique producteurs de café Arabica, après l'Éthiopie, le Kenya, la Tanzanie et le Burundi, et en vingtième position dans le monde. La production moyenne à l'hectare est très faible, puisqu'elle est de l'ordre de 150 à 175 kg de café vert ; plusieurs facteurs en sont responsables : le matériel végétal utilisé, bien que d'assez bonne valeur, est loin d'être parfaitement adapté aux zones de culture, et certaines maladies, notamment la rouille orangée des feuilles, l'antracnose des fruits, ainsi que divers insectes, provoquent des dégâts parfois considérables aux plantations.

Les techniques culturales sont souvent inopportunes et les sols appauvris par une exploitation ininterrompue et leur exposition aux agents de dégradation. Une caractéristique de la conduite d'un très grand nombre de caféières dans plusieurs régions du Cameroun consiste en la mise en association quasi permanente avec le caféier, de multiples espèces vivrières comme le maïs, l'arachide, le haricot, le bananier, le manioc, le taro, le macabo, etc., qui nuisent à sa production.

Dans le programme de recherches agronomiques mis en œuvre au Cameroun sur le caféier Arabica, on a cherché à mettre au point différentes techniques de culture dans les domaines de l'établissement des plantations (préparation du sol, trouaison, densités et dispositifs de plantation, modes et périodes de mise en place...), de la taille (unicaulie, multicaulie, écimage, croissance libre), de la régénération des caféiers (renouvellement de l'appareil végétatif des arbres), de la protection du sol (arbres d'ombrage, plantes de couverture, paillage), de la fertilisation. Les résultats obtenus dans certains de ces domaines ont permis de proposer des techniques susceptibles d'être diffusées auprès des planteurs.



*Plantation de caféiers Arabica avec couverture de Flemingia au Cameroun
(Cl. Bouharmoni)*

Pour l'établissement des nouvelles caféières, les graines devraient être semées en germe en décembre-janvier, pour que les plantules soient repiquées en pépinière ombragée au mois de mars. Les caféiers peuvent être plantés au champ treize à quinze mois plus tard, en avril, mai ou juin, suivant la vitesse de croissance des plants en pépinières et suivant l'importance de la pluviosité lors des premiers mois de l'année de la plantation. La préparation du terrain peut être faite par trouaison ou par un simple labour, suivant la nature du sol.

Les sachets en matière plastique de 30 cm de profondeur et de 10 à 12 cm de diamètre conviennent bien à la conduite des caféiers en pépinière et à la plantation au champ. Alors que les densités de plantation les plus couramment utilisées sont comprises entre 1 100 et 2 200 caféiers à l'hectare, l'expérimentation a montré qu'elles devraient s'élever à 2 000, 2 600 ou même 3 200 pieds, suivant l'altitude et le système de taille adopté. Pour des variétés de type nain, elles devraient être plus élevées encore. Parmi les divers dispositifs de plantation utilisés, celui en carré procure la capacité de production la meilleure, tandis que les

dispositifs en haies se prêtent mieux aux travaux culturels et aux interventions phytosanitaires.

La régénération des vieilles caféières par renouvellement de l'appareil végétatif des arbres après recépage des anciennes tiges s'accompagne généralement d'une perte de production importante pendant une période d'au moins deux ans ; il est donc préférable de procéder à leur rénovation en arrachant les anciens arbres pour planter de nouveaux caféiers appartenant à une variété sélectionnée mieux adaptée et qui seront mis en place et cultivés suivant des techniques éprouvées.

On peut citer l'emploi du *Flemingia* comme plante de couverture, car il améliore le bilan hydrique de la caféière, l'alimentation minérale des arbres et les productions. Par contre, il faut pratiquement exclure le *Pueraria* et le *Mimosa*, espèces légumineuses rampantes, des plantes de couverture utilisables en arabicaculture au Cameroun, parce que, par leur transpiration, elles accentuent les pertes en eau du sol et les effets néfastes de la saison sèche.

Au Cameroun, les caféiers sont cultivés sous ombrage en zone de basse altitude où l'on a prétendu que les

essences arbustives utilisées — principalement le *Leucaena glauca* — diminuaient les pertes en eau du sol, dans cette région où la saison sèche est fréquemment sévère. En réalité, des essais ont montré que les arbres d'ombrage ne jouaient aucun rôle favorable dans ce domaine. Par contre, l'ombrage réduit l'activité photosynthétique des caféiers et diminue en même temps leur croissance végétative et leur production ; il ne joue un rôle favorable de protection que pour les caféières mal fertilisées et mal entretenues, qui risquent de souffrir de la concurrence des graminées.

Des essais de fertilisation ont été réalisés dans plusieurs zones, et notamment sur des types de sols va-

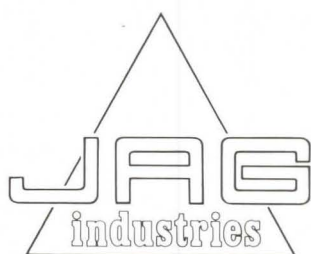
riés. Ils ont donné des résultats parfois concordants, parfois apparemment contradictoires ; dans ce dernier cas, la diversité des résultats a pu s'expliquer par la différence observée dans les caractéristiques chimiques des sols. C'est le cas pour la fertilisation azotée du caféier où, dans les limites de 0 à 600 unités, des doses croissantes d'azote augmentent linéairement les productions à la station de Foubot, et les diminuent à la station de Santa. C'est le cas aussi pour la fertilisation potassique, qui nuit à la croissance des jeunes caféiers à Foubot, alors qu'elle la favorise et améliore ultérieurement leur production à Santa. Cette différence de réponse du caféier aux éléments fertilisants s'explique lorsqu'on compare la

composition chimique des deux sols étudiés. A Foubot, ceux-ci sont riches en bases échangeables, et notamment en potasse, alors qu'à Santa, ils sont très désaturés et particulièrement appauvris en cet élément. Le réseau d'essais de fertilisation fournit des résultats qui permettront de dessiner une carte des besoins en engrais du caféier au Cameroun.

L'expérimentation agronomique devrait aboutir, lorsque les résultats qu'elle a apportés seront mis en application par les paysans, à une amélioration très sensible du rendement et de la rentabilité des caféières du Cameroun.

P. Bouharmont

stockage manutention séchage



Ets Jean ABILE-GAL
01 B.P. 1798 - Rue des Thoniers
ABIDJAN 01 - (Côte d'Ivoire)
Tél. : 32.16.55 - Télex JIHAGE 3643

Stockage

Stockage et conservation de longue durée sous atmosphère neutre pour tous produits :

- café, cacao, paddy, maïs, toutes céréales.

Manutention

Manutention et matériel d'usinage pour tous produits et tous débits :

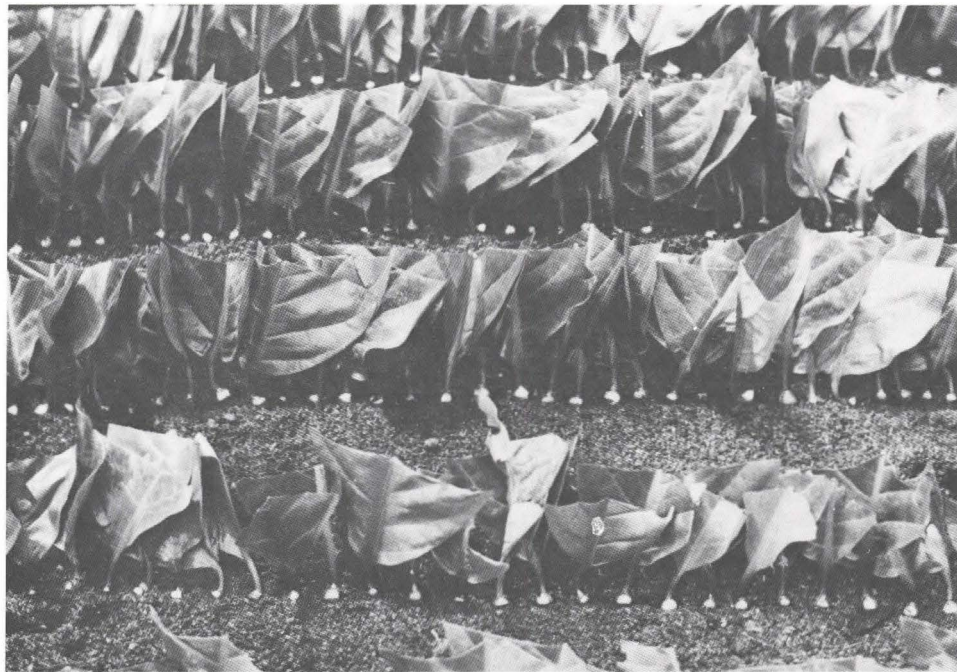
- élévateurs à godets, transporteurs à bande et à chaîne
- prénettoyeurs, nettoyeurs séparateurs, calibreurs
- épierreurs, etc.

Séchage

Sécheurs de tous débits sur tous produits agricoles.

COMECAFCO
69, rue Ampère
75017 PARIS - (France)
Tél. : 622.43.90 - Télex AFRAMER 650521

La multiplication végétative du caféier Robusta



*Disposition des boutures de caféier Robusta dans un propagateur
(Cl. Blaha, Cameroun)*

Un des objectifs principaux de l'IFCC est l'amélioration du matériel végétal des pays (Côte d'Ivoire, Togo, Cameroun, Gabon) dans lesquels l'institut exerce une action. Cette amélioration repose sur l'utilisation de variétés sélectionnées auxquelles sont appliquées des techniques bien adaptées. L'IFCC assure également la distribution des caféiers sélectionnés aux producteurs, par l'intermédiaire d'organismes locaux de vulgarisation (SATMACI en Côte d'Ivoire, SRCC au Togo).

Le matériel initial est constitué de collections multilocales alimentées par des prospections effectuées dans le pays et par des introductions de l'étranger. Ces collections, comprenant au Togo par exemple quelque cent seize clones en provenance : de la Côte d'Ivoire (vingt-six clones), du Zaïre (quatorze clones), de l'Ouganda (huit clones), de la République de Centrafrique (soixante-huit clones), vont permettre de mettre à l'épreuve sous forme de clones (plants issus de boutures) des caféiers repérés ; ainsi seront créés des essais comparatifs de clones multilocaux, puis des essais de confirmation, afin de vérifier après trois ou quatre campagnes la valeur des présomptions acquises.

Ainsi au Togo, l'IFCC installé en 1967 a axé sa sélection sur les dix meilleurs clones de Robusta introduits de Côte d'Ivoire ; des résultats rapides ont été fournis puisque cinq ans après, huit clones ont pu ainsi être sélectionnés et sont parfaitement établis au Togo, dont le contexte édapho-climatique est proche de celui de leur pays d'origine. Ce sont les clones 107, 126, 149, 181, 182, 197, 200, 375.

L'intérêt de la multiplication végétative chez ces espèces autostériles est de pouvoir reproduire fidèlement des caféiers qui satisfont à la fois aux exigences de productivité, de rusticité, d'adaptation aux conditions édapho-climatiques diverses et aux impératifs technologiques.

Ces clones sélectionnés sont disposés en parc à bois au dispositif de plantation très dense (18 à 20 000 pieds par hectare) et ayant une production annuelle de deux millions de boutures avec un taux de réussite de 80 à 90 %.

Lorsque de meilleures clones sont mis en exergue par les essais, les parcs à bois sont remaniés par adjonction ou substitution de nouveaux clones.

La multiplication végétative, technique que vulgarise avec succès l'institut, consiste à prélever environ tous les trois mois sur les plants du parc à bois, les rameaux orthotropes (à elongation verticale), feuillus, semi-aoûtés et à tronçonner ceux-ci par un double sectionnement, l'un à cinq ou six centimètres au-dessous du nœud et l'autre juste au-dessus de celui-ci. Chaque bouture est ensuite clivée longitudinalement et le limbe de la feuille est amputé du tiers de sa surface. Ces boutures sont alors disposées dans des bacs de bouturage ou propagateurs, cuves en maçonnerie au fond percé contenant des pierres sur les deux tiers de leur hauteur pour assurer un bon drainage des eaux et un substrat d'enracinement, qui est la sciure de bois rouge décomposée en Côte d'Ivoire, au Cameroun et au Gabon, la balle de riz au Togo.

Il est également possible d'utiliser le sable de rivière assez grossier. Ces substrats sont stérilisés périodiquement par la chaleur.

Chaque bac est fermé par un chasis en polyéthylène amovible et incliné. Ces propagateurs disposés sous ombrière ne laissent diffuser que 50 % de la lumière extérieure. Des fosses de bouturage plus rustiques utilisant le même substrat permettent d'accroître substantiellement le potentiel de fourniture de matériel végétal.

De nombreux essais de substances rhizogènes ont été réalisés ; l'exubérone (hormone de synthèse) à action stimulatrice sur le développement racinaire est la plus employée. Deux arrosages par jour en saison sèche (un seul en saison pluvieuse) permettent de conserver un degré hygrométrique proche de la saturation dans chaque bac où la température se maintient vers 30 °C. Une bouture enracinée est obtenue en soixante jours environ. Ensuite, si celle-ci présente un chevelu racinaire satisfaisant, elle sera repiquée avec beaucoup de soins dans un sachet en matière plastique rempli de terre humifère ; après une période d'acclimatation sous tunnel en matière plastique (environ trois semaines), cette bouture sera élevée sous ombrière. Des pulvérisations d'oligo-éléments judicieusement dosés ac-

croîtront encore la vigueur de ces plants avant leur livraison chez le planteur.

Les engrais minéraux apportés sont dosés entre eux de manière à éviter tout déséquilibre pouvant être préjudiciable à ces plants.

Le bouturage peut se faire en trois ou quatre cycles de production tout au long de l'année, pourvu que le

parc à bois soit irrigué par aspersion en saison sèche. On profite cependant généralement de cette période pour assurer l'entretien des installations et la stérilisation ou la rénovation du substrat d'enracinement.

De nombreux essais ont permis de confirmer le meilleur établissement et la précocité de maturation des plants issus de boutures comparés à ceux issus de semis.

Grâce à cette technique maintenant bien au point, de grandes perspectives d'amélioration quantitative et qualitative des caféiers s'ouvrent aux pays désireux de développer cette culture dans les zones éoclimatiques favorables.

H. Pelissou



GENERAL FOODS FRANCE

Siège Social : 6, rue Lionel-Terray - 92504 Rueil-Malmaison

Une des premières sociétés alimentaires françaises (filiale d'un des plus grands groupes alimentaires mondiaux) :

● Commercialise des produits de grande consommation, notamment les marques :

en confiserie : **KRÉMA[®] HOLLYWOOD[®] MALABAR[®]**

en épicerie : **legal[®] Maxwell[®] Sanka[®] tang[®]**

● Chiffre d'affaires : plus de 1,2 milliard de francs.

● 4 usines, 1 Centre de distribution (traitant une moyenne de 500 t/j - réceptions/livraisons de produits).

● Intègre et développe des techniques modernes de :
Recherche, Développement, Production, Ingénierie, Marketing, Gestion, Logistique, Systèmes d'Information, Ventes et Distribution.

Techniques de reproduction végétative *in vitro* et amélioration génétique chez les caféiers cultivés

L'emploi des techniques de culture de tissus se répand de plus en plus aussi bien dans les établissements publics que privés. Le développement de cette nouvelle technologie est dû aux avantages multiples et aux possibilités énormes qu'elle offre dans de nombreux secteurs de recherche : Génétique, Biochimie, Phytopathologie, Morphogenèse, Amélioration des plantes... En biologie moderne, une partie importante de ce que l'on appelle biotechnologie repose essentiellement sur l'emploi des techniques de culture de tissus, aussi appelées « méthodes *in vitro* ».

Parmi les différents aspects des cultures de tissus végétaux (obtention de plantes haploïdes par culture de gamétophytes mâles et femelles, obtention de plantes débarrassées de leur virus par culture de méristèmes, diversification génétique, hybridation somatique...) la multiplication végétative *in vitro* est de loin la forme d'utilisation pratique des méthodes *in vitro* la plus répandue ; c'est aussi celle qui a le plus contribué au développement actuel des techniques de culture de tissus. Il est vrai que la multiplication végétative en général, quel que soit le procédé utilisé, a toujours joué un rôle capital en amélioration des plantes.

La multiplication végétative est le seul procédé qui permet de reproduire à grande échelle, les génotypes exceptionnels, apparus au hasard de combinaisons, de plantes tropicales à cycle long (avocatier, cacaoyer, caféier...) et dont la fixation par voie sexuée ne peut être envisagée pour des raisons diverses : incompatibilité, délai d'épuration génétique trop long et trop onéreux.

Amélioration génétique des caféiers : principes et orientations modernes

La quasi totalité du café consommé dans le monde est fournie par deux espèces : *C. arabica* et *C. canephora* dont la variété *Robusta* est la plus cultivée.

Le *C. arabica* cultivé principalement en Amérique latine ($2n = 44$) est autocompatible. Il peut donc être reproduit fidèlement par graines. Son amélioration faite jusque là par sélection générative a débouché sur la création de plusieurs cultivars relativement homogènes (Caturra, Mundo Novo...).

Le *C. canephora* ($2n = 22$) cultivé en Afrique est auto-incompatible, et son amélioration comporte deux orientations : une voie générative débouchant sur des populations très hétérogènes et une voie végétative débouchant sur des clones, dont l'exploitation ne peut être faite qu'en mélange polyclonal en raison de leur auto-incompatibilité.

Les recherches sur l'obtention de géniteurs homozygotes issus d'haploïdes doublés permettront dans un proche avenir de créer des hybrides multiples, moins hétérogènes que les populations actuelles issues de croisements entre géniteurs hétérozygotes.

Depuis quelques années, aussi bien en Afrique qu'en Amérique, mais pour des impératifs différents, l'amélioration des caféiers est orientée en premier lieu vers la création d'hybrides interspécifiques *C. arabica* \times *C. canephora*.

En Afrique, l'objectif est l'obtention d'hybrides adaptés aux conditions

écologiques des *Canephora*, mais plus performants que ceux-ci au plan de la qualité.

Ici la sélection a débouché sur les hybrides F_1 , mieux connus sous le nom d'Arabusta, dont la reproduction par voie végétative se révèle obligatoire (Capot, 1972).

En Amérique latine, face à la rouille qui menace toute la caféiculture de ce continent, en raison de l'étroitesse de sa base génétique, la tendance est de récupérer chez les *Canephora* les gènes de résistance à cette maladie et de créer un hybride fixé, aux exigences écologiques et caractéristiques agronomiques proches de celles de l'*Arabica*.

La création de tels hybrides implique un délai de temps considérable, que les spécialistes estiment à plus de trente ans.

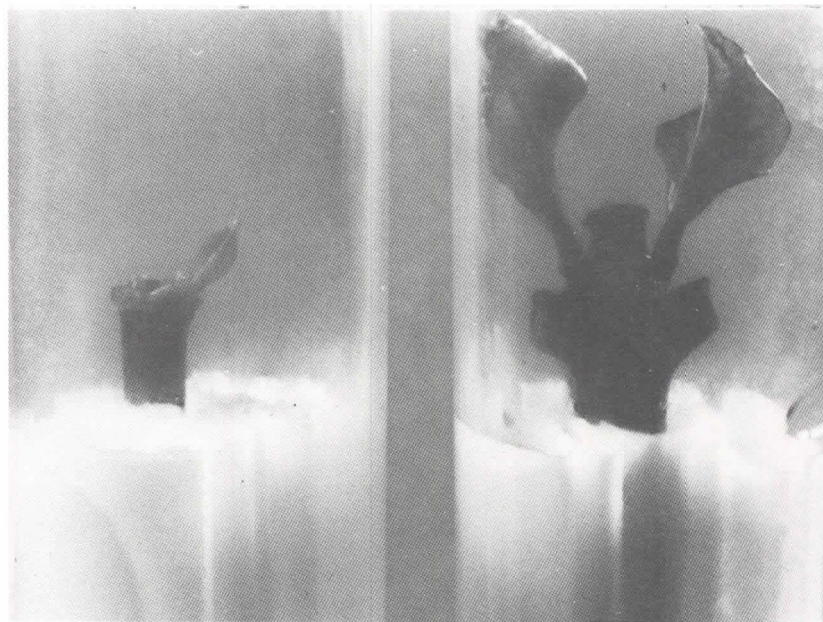
Face à cette échéance trop longue et en raison de la menace grandissante de la rouille, le sélectionneur sera obligé de faire une sélection plus précoce.

L'expérience montre par ailleurs que, dès la troisième génération de « backcross » sur le parent récurrent *Arabica*, dans le cas d'un programme d'hybride fixé (*C. arabica* \times *C. canephora*), il apparaît un certain nombre de génotypes très performants au plan de la productivité, de la qualité et de la résistance à la rouille qu'il serait très profitable de reproduire par voie végétative (A. Carvalho, 1982).

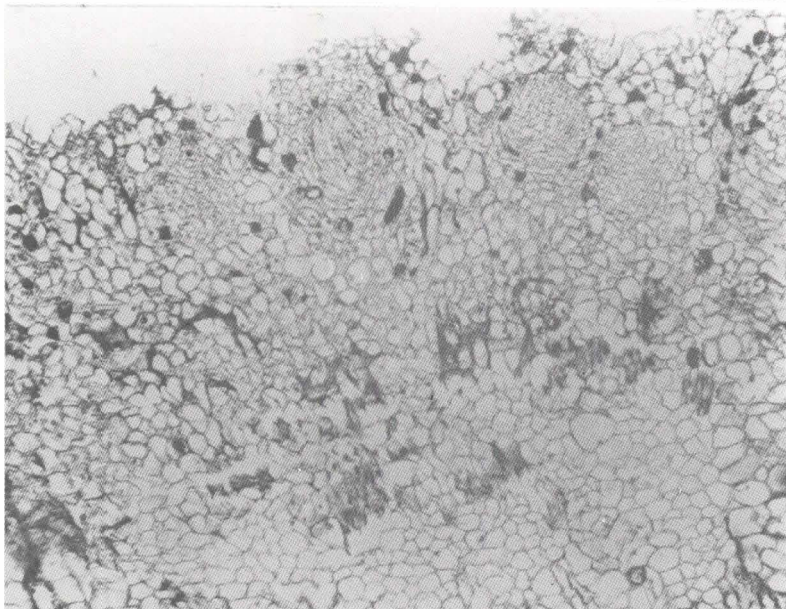
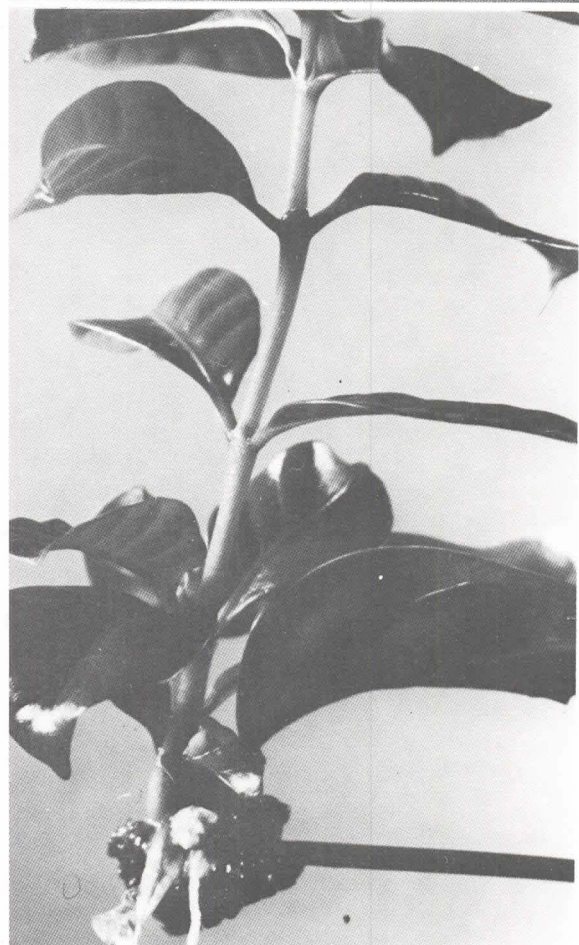
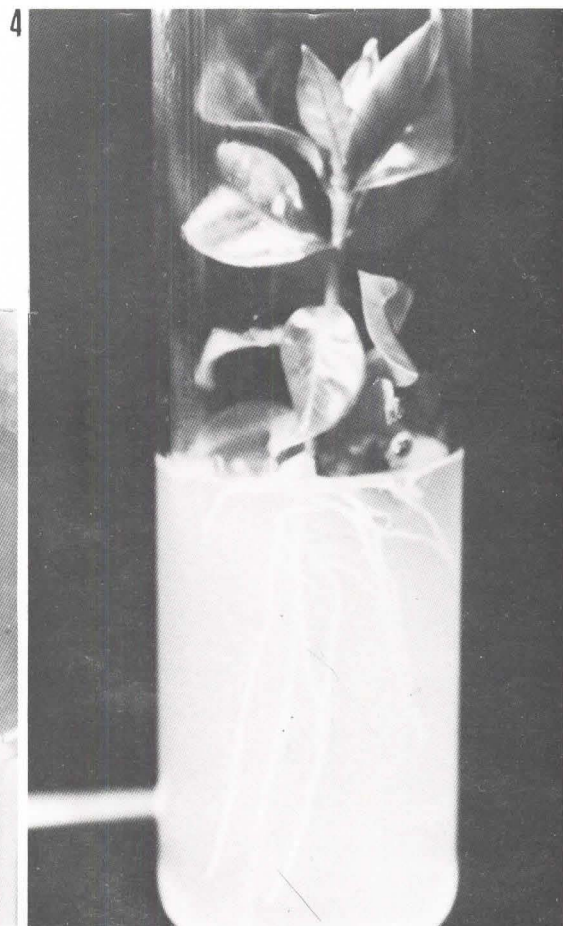
L'application aux caféiers *Arabica* des techniques de diversification génétique « dirigées » par pression de sélection, tel que cela a été pratiqué sur *S. officinarum* pour la création de clones nouveaux résistants à

Fig. 1. — Obtention in vitro de tiges orthotropes à partir de bourgeons préexistants et de bourgeons néoformés

Fig. 2. — Différenciation des méristèmes de bourgeons néoformés au sein d'un cal de cicatrisation



1



2

Fig. 3. — Tige orthotrope de six paires de feuilles obtenue au bout de deux mois de culture d'une microbouture de un nœud sur milieu caulogène

Fig. 4. — Microbouture de deux mois (six paires de feuilles) enracinée in vitro

l'Helminthosporium sacchari, pourrait conduire à l'obtention de variétés résistantes à la rouille.

Celles-ci, en nombre restreint au départ, devront pour leur diffusion à grande échelle être reproduites par voie végétative.

La multiplication végétative devrait jouer un rôle primordial dans l'amélioration génétique des caféiers au cours des prochaines années, aussi bien dans le cadre de la conservation des ressources génétiques que de la diffusion des génotypes exceptionnels issus d'hybridations interspécifiques ou de méthodes *in vitro*.

Techniques de multiplication végétative des caféiers

La reproduction végétative du caféier, par les procédés horticoles : greffage et surtout bouturage est connue depuis longtemps.

Ces techniques ont été développées tout particulièrement en Afrique, en raison de l'impossibilité de reproduction conforme, par voie sexuée des génotypes exceptionnels sélectionnés chez les *Canephora* ou les *Arabusta*.

Chaque année, des millions de boutures enracinées de caféier *Robusta* et *Arabusta* sont produites dans divers pays d'Afrique (Côte d'Ivoire, Togo, Cameroun).

En raison du dimorphisme végétatif des caféiers, la multiplication végétative par voie horticole ne peut être faite qu'à partir de fragments de tiges orthotropes jeunes, chlorophylliennes et dont le nombre est toujours limité chez un tête de clone au terme de sa sélection.

En conséquence, l'emploi des seuls procédés horticoles pour la diffusion à grande échelle d'un clone de caféier nouvellement sélectionné exige un temps considérable.

Comparativement à la reproduction végétative par voie horticole, l'emploi des techniques *in vitro* conduit à un coefficient de multiplication beaucoup plus élevé.

Le conditionnement *in vitro* permet, en effet, une croissance continue plus rapide et des levées de dormance qui aboutissent à un véritable bourgeonnement en cascades.

Enfin, certains explants (feuilles, pédoncules floraux...) non utilisables en conditions horticoles le sont en conditions *in vitro*.

Tous ces facteurs contribuent à augmenter de façon considérable le coefficient de multiplication en conditions *in vitro*.

Embryogenèse somatique

Chez les caféiers deux voies de multiplication végétative *in vitro* ont été prospectées : celle de l'embryogenèse somatique et celle du micro-bouturage.

Les premiers cas d'embryogenèse somatique connus chez le genre *Coffea* ont été obtenus par Staritsky (1970) sur explants de tiges orthotropes jeunes de *Coffea canephora*. Les travaux effectués par la suite dans cette même voie ont été faits principalement chez *C. arabica*. Hermann et Haas (1975) puis Sondhal et Sharp (1977) ont obtenu des embryons somatiques sur fragments de feuilles chez *C. arabica*. Ces deux derniers auteurs ont en outre découvert deux types de structure à potentialités embryogènes différentes chez ce type d'explant.

Les recherches poursuivies pendant plusieurs années sur *Arabusta*, ont abouti à la mise au point de techniques d'embryogenèse somatique chez ce caféier à partir d'explants d'origines très variées (fragments de tiges orthotropes, tiges plagiotropes, feuilles, téguments d'ovule). A ce sujet il convient de signaler que les premiers cas d'embryogenèse somatique sur ovule de caféier ont été obtenus par C. Lanaud (1981).

Chez l'*Arabusta*, des embryons somatiques peuvent être obtenus sur fragments de feuilles, soit directement sur simple cal de cicatrisation, soit après formation d'un cal primaire indifférencié, soit sur cal secondaire de deuxième génération, et très fortement embryogène. Ces trois niveaux d'induction d'embryogenèse somatique correspondent dans le temps à des échéances également différentes (deux à sept mois).

Quelle que soit la nature de l'explant d'origine (tige, feuille, ovule), quel que soit le niveau d'induction de l'embryogenèse somatique (direct, sur cal de première ou de deuxième génération), l'embryon somatique au terme de sa différenciation comprend une zone racinaire avec hypocotyle, une zone caulinaire avec deux feuilles cotylédonaire. Selon l'équilibre hormonal des milieux de différenciation de ces embryons, il peut y avoir développement privilégié de l'une ou l'autre zone.

Les embryons somatiques complètement différenciés peuvent être repiqués sur un milieu de développement, où racines et tiges se développent jusqu'à la formation de plantules de quatre à cinq paires de feuilles aptes au transfert en conditions ordinaires de culture.

Ces repiquages individuels représentent des opérations délicates et fastidieuses ; ils peuvent être remplacés par des semis, des « plating » sur milieux caulogènes favorisant exclusivement le développement de la partie caulinaire de l'embryon. L'enracinement de la tige ainsi bien différenciée est fait au cours d'une seconde étape. Cette technique de « plating » présente plusieurs avantages : croissance plus rapide de la plantule, élimination par sélection naturelle des embryons mal formés ou insuffisamment développés.

Chez l'*Arabusta*, il faut un délai de dix à douze mois pour l'obtention d'une plantule suffisamment développée pour être mise en plein champ à partir d'un embryon somatique complètement différencié avec feuille cotylédonaire et zone hypocotyle.

Les taux de multiplication varient selon le niveau d'induction de l'embryogenèse utilisé. Les taux les plus élevés sont obtenus sur cal de deuxième génération. Ces cals très fortement embryogènes peuvent conduire à plusieurs centaines d'embryons dans un seul tube à essai à partir d'un explant de quelques millimètres (Dublin, 1981), (fig. 1 à 4).

Bouturage *in vitro*

Les recherches sur le bouturage *in vitro* des caféiers sont récentes et peu nombreuses ; elles ne concernent que deux groupes de caféiers : *C. arabica* (Custers, 1980) et *C. arabusta* (Dublin, 1980).

Les premières tentatives de bouturage *in vitro* de *C. arabica* ont été faites par Custers à partir de fragments de tiges orthotropes et plagiotropes munis de bourgeons préexistants prélevés sur de jeunes caféiers de un à deux ans, issus de graines.

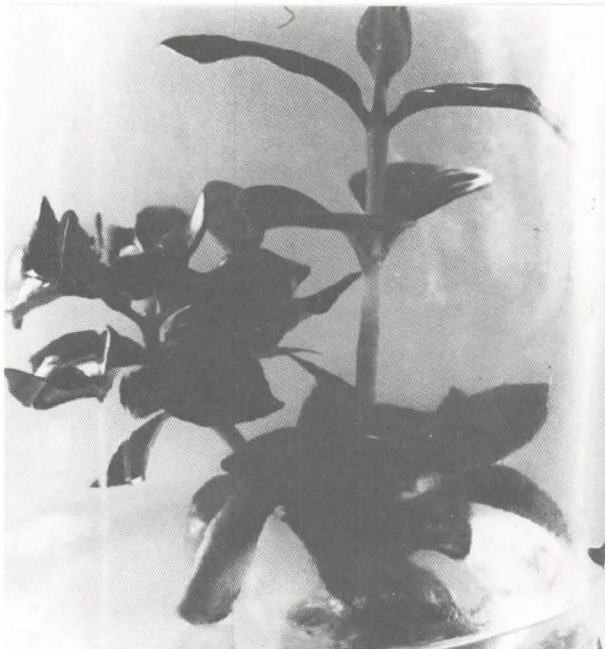
L'enracinement *in vitro* des micro-boutures ainsi obtenues se révéla relativement difficile. Par ailleurs, l'auteur constata que, *in vitro*, les tiges issues de bourgeons plagiotropes présentaient une forte ressemblance avec les tiges orthotropes développées dans les mêmes conditions. Il n'a pas pu vérifier, par transfert en conditions ordinaires, s'il s'agissait d'une réelle réversion de plagiotropie en orthotropie (Custers, 1980).

Au cours des recherches qui ont été poursuivies pendant plusieurs années consécutives sur le bouturage *in vitro* de l'*Arabusta*, la stratégie adoptée comportait deux phases : obtention de microboutures ortho-



5

6



7

Fig. 5. — Tige plagiotrope développée in vitro. A noter : port vertical de la tige, entrenœuds courts, feuilles avec limbe torsadé

Fig. 6. — Tige orthotrope développée in vitro : tige verticale, entrenœuds longs, feuilles avec limbe non torsadé et bien étalé dans un plan horizontal

Fig. 7. — Tige orthotrope induite par réversion in vitro de la plagiotropie

tropes, puis enracinement et transfert de celles-ci en conditions ordinaires.

L'obtention de microboutures orthotropes a été réalisée à partir de trois sources différentes : bourgeons orthotropes préexistants, bourgeons orthotropes néoformés, bourgeons plagiotropes transformés en bourgeons orthotropes...

In vitro, le développement en tiges de bourgeons orthotropes préexistants peut quelquefois poser certaines difficultés. Ces bourgeons sont en effet protégés par des stipules qui abritent des bactéries, dont l'élimination lors de la désinfection des explants est rendue difficile. Il en résulte, lors du débourrement des bourgeons, des taux d'infection quelquefois assez élevés. L'emploi d'artifices divers (pont de papier filtre, désinfections répétées...) permet de surmonter ces difficultés et d'obtenir *in vitro* des tiges orthotropes suffisamment développées pour être découpées en microboutures de une paire de feuilles.

Divers facteurs (saccharose, cytokinine, cystéine, actions combinées froid et obscurité...) favorisent le développement des tiges, tout en inhibant les effets néfastes des oxydations phénoliques.

L'aptitude d'un végétal à produire des bourgeons néoformés est un caractère lié aux génotypes ; les conditions *in vitro* ne permettent que l'expression d'une caractéristique préexistante. Chez le genre *Coffea*, l'aptitude à la néoformation de bourgeons varie d'une espèce à une autre.

Chez l'Arabusta, des fragments d'entre-nœud de 1,5-2,0 cm de long, mis en position normale (la face inférieure plongeant dans le milieu) dans un milieu cytokinique, produisent au bout de trois semaines un cal de cicatrization de quelques couches de cellules, d'origine cambiale, et au sein duquel se différencient des méristèmes qui évoluent rapidement en bourgeons puis en feuilles orthotropes (Dublin, 1980 ; Saleil, 1982).

Plusieurs composés (cytokinine, saccharose, extrait de malt, adénine) ont un effet positif sur ces phénomènes de néoformation chez les caféiers.

On constate que ces néoformations peuvent être obtenues aussi bien sur fragments orthotropes que sur fragments plagiotropes ; par ailleurs, cette aptitude à la néoformation est liée aux tissus jeunes ; seuls les deux ou trois entre-nœuds les plus proches du méristème sont capables de réagir. L'aptitude à la néoformation

disparaît dès que l'on s'adresse à des entre-nœuds plus âgés et plus éloignés du méristème terminal.

De nombreux facteurs (fréquence des repiquages, composition des milieux de culture, température, lumière, volume gazeux des « récipients de cultivars »...) peuvent agir sur la vitesse de croissance de la tige néoformée.

Les tiges orthotropes, issues de bourgeons préexistants ou néoformés, sont découpées en microboutures d'entre-nœud qui sont placées sur un milieu caulogène favorisant uniquement leur développement en tige.

En conditions optimales de milieu de culture, température, lumière, etc. chaque microbouture peut produire une tige nouvelle de quatre à six paires de feuilles au bout de huit semaines de culture. Celle-ci pourra, à son tour, être découpée en autant de nouvelles microboutures, tandis que la microbouture d'origine, remise sur milieu frais, produira de nouvelles tiges qui seront coupées et ainsi de suite... Ce processus de recépage et repiquage périodique crée *in vitro* de véritables souches de production de microboutures, à l'image de ce qui se produit *in vivo* en parc à bois.

Le calcul montre que dans ces conditions une seule microbouture peut fournir au bout d'un an près de 20 000 plantules et 5¹² plantules au bout de deux ans. A titre de comparaison, en conditions horticoles, une bouture ne peut fournir que cent à deux cents boutures au bout des vingt-quatre mois qui suivent sa mise en bac de bouturage.

Il est à remarquer que chez le caféier, malgré les teneurs élevées en cytokinine (1-10 mg/l de BAP), la dominance apicale, fortement inscrite dans le programme génétique de ces plantes, n'est nullement affectée et qu'aucune levée de dormance au niveau des bourgeons latéraux ne se produit.

Les boutures *in vitro* qui ont atteint un développement suffisant (cinq à six paires de feuilles), peuvent être enracinées très facilement. L'induction de potentialités de rhizogenèse peut être faite soit par repiquage des microboutures sur un milieu solide à faible concentration auxinique (AIB 2 mg/l), soit par trempage de la base des microboutures pendant 24 h dans une solution d'AIB (50 mg/l) et repiquage sur un milieu à faible teneur en éléments minéraux.

Les racines apparaissent dans tous les cas dans les quinze jours qui sui-

vent le traitement auxinique. Le taux d'enracinement est de 90-100 %. Le repiquage en pépinière en conditions ordinaires de culture peut être effectué dès que les racines sont visibles (0,5-1 cm).

En pépinière, le développement des racines se poursuit, la miniaturisation caractérisée par des feuilles petites et des entre-nœuds courts disparaît avec le renforcement progressif du système racinaire. Dans les huit à dix mois qui suivent le traitement auxinique, on peut disposer d'un plant au développement végétatif suffisant pour être mis en plein champ (fig. 5 à 8).

Réversion *in vitro* de la plagiotropie chez l'Arabusta

In vitro, des tiges plagiotropes d'Arabusta peuvent être issues aussi bien de bourgeons plagiotropes préexistants que de bourgeons plagiotropes néoformés. Comme les tiges orthotropes, les tiges plagiotropes peuvent être découpées en microboutures qui développeront de nouvelles tiges plagiotropes et ainsi de suite.

La tige plagiotrope issue d'une première génération de microbouturage *in vitro* est caractérisée par un port vertical, mais avec des feuilles torsadées au niveau des limbes. La tige orthotrope avec un port vertical a, par contre, des feuilles dont les limbes sont unis et bien étalés dans un plan horizontal.

En conditions naturelles, la torsion des feuilles des branches plagiotropes se fait au niveau des pétioles, il en résulte une meilleure exposition au soleil des faces supérieures des feuilles.

In vitro, en provoquant un rythme accéléré de renouvellement des bourgeons par recépage et repiquage fréquents en conditions physiques et chimiques optimales de culture, on peut, à partir de tiges plagiotropes, obtenir des tiges de caractéristiques orthotropes typiques, tiges verticales à entre-nœuds plus longs avec des feuilles aux limbes unis, non torsadés et bien étalés dans un plan horizontal.

Chez un caféier adulte, la quasi-totalité des ramifications sont plagiotropes, les ramifications orthotropes étant réduites aux seules branches charpentières inutilisables en bouturage horticole. On sait par ailleurs que tout bouturage de plagiotrope en conditions horticoles conduit à un caféier de port traçant, sans intérêt pratique.

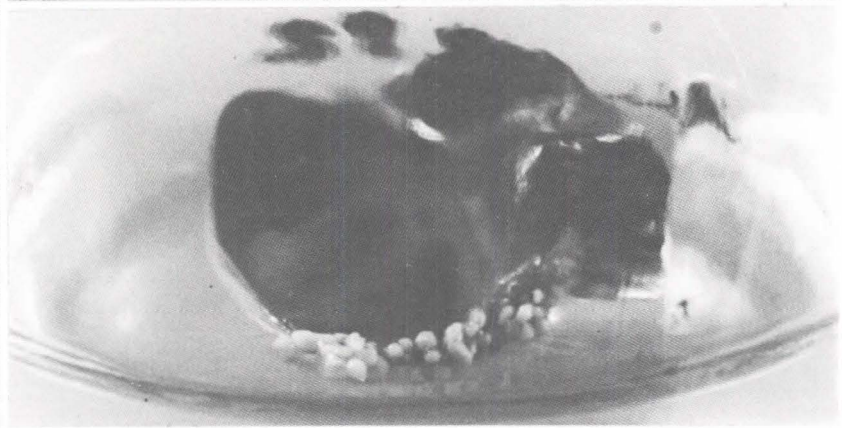
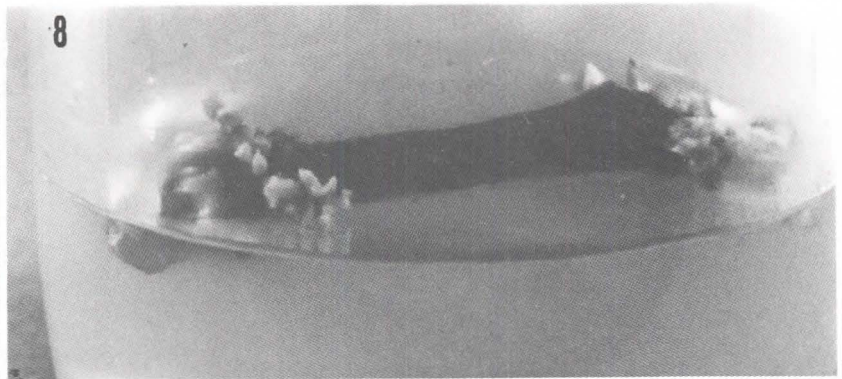
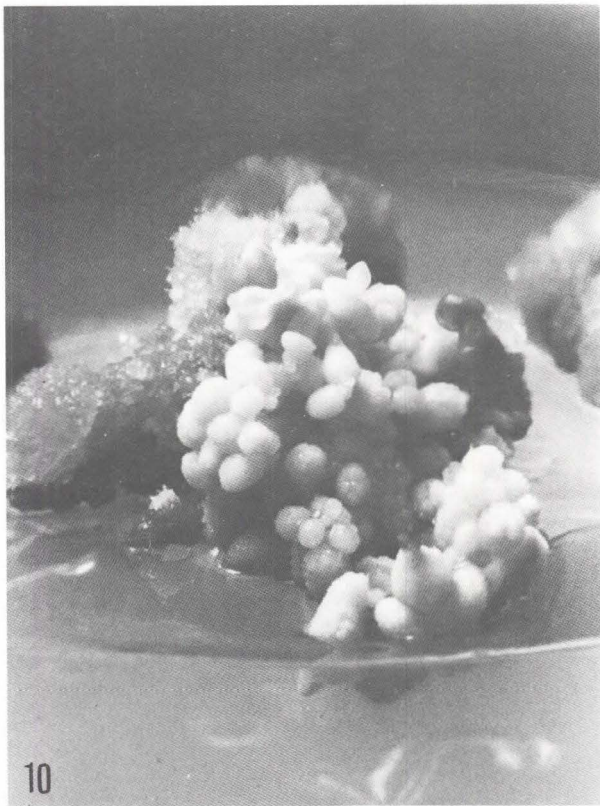


Fig. 8. — Embryogenèse somatique sur fragment de tige orthotrope

Fig. 9. — Embryogenèse somatique directe sur fragment de feuille, deux mois après la mise en culture

Fig. 10. — Embryogenèse somatique sur ovule

Fig. 11. — Plantules issues d'embryons somatiques « semés » sur un milieu caulogène

La possibilité, par l'emploi de méthodes *in vitro*, d'obtenir une réversion de la plagiotropie en orthotropie peut présenter un très grand intérêt dans la reproduction végétative de génotypes exceptionnels, nouvellement sélectionnés et représentés par un nombre restreint d'individus.

Cette réversion avec ce changement morphogénétique constitue une belle illustration des phénomènes de rejuvenilisation souvent favorisés en conditions *in vitro* (Nozeran et Bancelhon, 1972), (fig. 9-11).

Conclusions

La multiplication végétative sous toutes ses formes devrait jouer un rôle de premier plan dans l'amélioration génétique des caféiers cultivés au cours des prochaines années.

Cette reproduction végétative sera indispensable pour multiplier, à grande échelle, les génotypes exceptionnels issus soit de combinaisons génétiques dirigées, soit de variations induites *in vitro* et dont la fixation par la voie sexuée serait trop longue et trop onéreuse.

Comparativement aux procédés horticoles de reproduction végétative (bouturage, greffage...), les techniques *in vitro* présentent plusieurs avantages : coefficient de multiplication beaucoup plus élevé ; matériel (microboutures) d'encombrement réduit, pouvant être transporté à de longues distances et à moindre frais ; matériel végétal « propre » ne présentant aucun risque d'introduction de maladie..., ce qui facilite la constitution et la multiplication des collections de ressources génétiques des caféiers, en dehors des zones traditionnelles de culture de ces végétaux.

Les données qui précèdent montrent que d'ores et déjà on peut disposer de plusieurs niveaux de reproduction végétative *in vitro* de caféiers avec des degrés de conformité probablement différents.

Le microbouturage *in vitro* à partir de bourgeons préexistants ou néoformés offre sans aucun doute toutes les garanties de conformité. Les néoformations sont en effet obtenues très rapidement (trois semaines) sur cal de cicatrisation mince développé dans un milieu de culture qui ne comporte aucune auxine de synthèse.

L'embryogenèse somatique directe, qui ne comporte aucune phase cal différencié, devrait, elle aussi, déboucher sur un degré de conformité satisfaisant.

L'embryogenèse somatique sur cal primaire ou secondaire présente un coefficient de multiplication beaucoup plus élevé que tous les autres procédés de reproduction végétative *in vitro* ; elle peut en outre être induite facilement à partir d'une gamme très variée d'explants.

Le passage, lors de l'embryogenèse somatique différée (sur cal primaire et secondaire), par une phase cal indifférencié peut conduire à des variations génétiques, dont seule l'expérimentation en champ permettra de déterminer l'importance.

Quant au problème de conformité chez les caféiers, il convient de remarquer que chez ces végétaux le produit final de consommation est une boisson qui résulte de transformations technologiques diverses et où les qualités particulières (bonnes ou mauvaises) de tel individu disparaissent au profit d'une valeur

moyenne. Ici donc le contexte est fondamentalement différent de celui d'une plante (fruitière ou florale), dont le produit (fruit ou fleur) est directement consommé. Dans ce cas une conformité intégrale par rapport à la plante donneuse doit être respectée.

Dans le cas des caféiers, tant que les éventuelles variations qui résulteraient de l'emploi de procédés *in vitro* n'affectent pas les caractères agronomiques primordiaux (rendement moyen à l'hectare, résistance à une maladie...), mais des caractéristiques secondaires (période de maturation, taille des fruits) et à l'intérieur de limites prévues, une certaine variabilité génétique pourra donc être tolérée.

A l'appui de cette thèse on peut ajouter que toute diversification génétique s'accompagne d'une souplesse et d'une adaptabilité à des conditions écologiques diverses, d'une résistance à des facteurs adverses plus grandes.

L'embryogenèse somatique devrait, dans ces conditions, être également utilisable dans la reproduction végétative des caféiers.

P. Dublin

EBURNEA

Société Anonyme au Capital de 250.000.000 F. C.F.A

01 B.P. 1316 ABIDJAN 01
Rue des Marsouins
Tél. : 32.29.11 - 22.26.68

Adresse Télégraphique : EBURNEA
Télex : 3646 Abidjan
R.C. 6504



CAFE CACAO

KNOX OUT® 2FM

INSECTICIDE MICROENCAPSULÉ

contre

**FOURMIS DU CAFÉIER - CACAOYER
SOLÉNOPSIS - FOURMIS D'ARGENTINE**

- Efficacité régulière et prolongée dans le temps
- Non répulsif
- Faible toxicité
- Non irritant
- Utilisable par U.L.V.

UN NOUVEAU
PRODUIT

UNE NOUVELLE
TECHNIQUE



PENNWALT FRANCE

Division Chimie
1, rue des Frères Lumières
78370 PLAISIR

RCS Nanterre 569 804 982

Tél. (3) 055.80.45

® Marque Déposée PENNWALT CORPORATION

La recherche de variétés de caféiers résistantes à la rouille orangée (*Hemileia vastatrix* B. et BR.)

Introduction

Principalement confronté aux problèmes de la rouille orangée dans les régions arabicoles du Cameroun où il a défini des méthodes de lutte directe adaptées aux diverses écologies, l'IFCC s'attache à trouver aussi une solution génétique à cette grave affection : la nécessité d'une **résistance durable** l'a conduit à choisir une voie originale de recherche et d'exploitation des résultats.

La résistance verticale

Grâce au travail des chercheurs portugais, les connaissances les plus approfondies et les plus immédiatement exploitables pour la recherche d'une solution génétique à la rouille orangée concernent un système de relations caféier-*Hemileia vastatrix* de type oligogénique, un petit nombre de gènes de virulence v chez le pathogène correspondant, chez le caféier, à un nombre égal de gènes SH de « sensibilité exclusive » : la plupart des chercheurs, dans le monde entier, font actuellement appel à cette résistance « verticale ». Mais l'utilisation des gènes SH du *C. arabica* ($SH1$, $SH2$, $SH4$ et $SH5$) ou du *C. liberica* ($SH3$), conduit à une résistance précaire, de nouvelles races du pathogène apparaissant rapidement par mutation : par exemple, il est probable que l'on ait eu, au Brésil, en peu d'années, les schémas suivants :

race II ($v5$)	→	race III ($v1\ v5$)	
race II ($v5$)	→	race I ($v2\ v5$)	→ sur des génotypes $SH5$
race II ($v5$)	→	race XV ($v4\ v5$)	
race III ($v1\ v5$)	→	race XVII ($v1\ v2\ v5$)	→ sur des génotypes $SH1\ SH5$
race XV ($v4\ v5$)	→	race X ($v1\ v4\ v5$)	→ sur des génotypes $SH1\ SH4$

Les gènes SH du *C. canephora* sont utilisés soit dans l'Icatu brésilien, *arabusta* rétrocisé avec des *Arabica*, soit par l'intermédiaire de

l'Hybride de Timor, hybride naturel entre *C. canephora* et *C. arabica*, qui, grâce à la présence de quatre gènes, $SH6$, $SH7$, $SH8$, $SH9$, identifiés ou seulement encore soupçonnés, résiste à toutes les races de rouille actuellement connues : sur le Catimor (Hybride de Timor \times *Caturra*) sont ainsi fondés, dans le monde entier, de grands espoirs.

Mais la résistance conférée par ces gènes de Timor risque d'être aussi précaire que celle des gènes $SH1$ à $SH5$ si on les emploie individuellement ou par petits groupes de deux ou trois seulement par le jeu de mutations monogéniques telles que :

race XV ($v4\ v5$)	→	race XXVI ($v4\ v5\ v6$)	→	$v4\ v5\ v6\ v7$, etc.
race I ($v2\ v5$)	→	race XXV ($v2\ v5\ v6$)	→	$v2\ v5\ v6\ v7$, etc.
race II ($v5$)	→	race XXX ($v2\ v5\ v7$)	→	$v2\ v5\ v7\ v8$, etc.

Pour donner à cette résistance verticale une certaine chance d'être durable, seuls devraient être utilisés les caféiers non ségrégués possédant en bloc les quatre gènes de Timor : une mutation portant sur quatre gènes a en effet une probabilité infiniment moindre de se produire que des mutations monogéniques successives.

Aucune certitude absolue n'est cependant acquise quant à l'impossibilité pour le pathogène de muter

La résistance horizontale

Cette incertitude conduit l'IFCC, pour mettre les efforts de sélection, très longs dans le cas d'une plante pérenne, à l'abri d'un échec possible dû à la nature de la résistance verticale, à rechercher une résistance partielle, de type « horizontal », mettant la culture à l'abri de dégâts économiquement appréciables mais n'exerçant pas sur le pathogène une pression de sélection suffisante pour qu'apparaissent de nouvelles races.

Cette recherche est conduite complémentirement :

— sur le terrain : la mesure des attaques à l'aide d'une échelle quantita-

tive donne la « résistance au champ », intégrant les réactions de la plante à l'agression parasitaire et les effets de divers facteurs, tels que la structure plus ou moins compacte de la plante, influençant la contagion de feuille à feuille ;

— au laboratoire de Montpellier : on analyse, par des épreuves de sensibilité standardisées, les réactions de la plante à l'agression de diverses races d'*Hemileia* en utilisant un inoculum axénique produit *in vitro* ; les observations sont interprétées selon une méthode d'analyse donnant le film exact, au cours du temps, des différentes phases de la maladie.

Les travaux réalisés à Montpellier permettent de séparer les différentes composantes de la résistance et sont de nature à orienter la sélection en la fondant sur l'une ou l'autre d'entre elles.

Conclusion

En conclusion, redoutant le caractère précaire de la résistance verti-

cale du caféier à la rouille, l'IFCC choisit la voie de la résistance horizontale.

L'originalité de cette recherche est multiple :

— contrairement aux travaux effectués au Brésil dans le même sens, elle ne s'applique pas seulement au *C. canephora* ou aux hybrides inter-

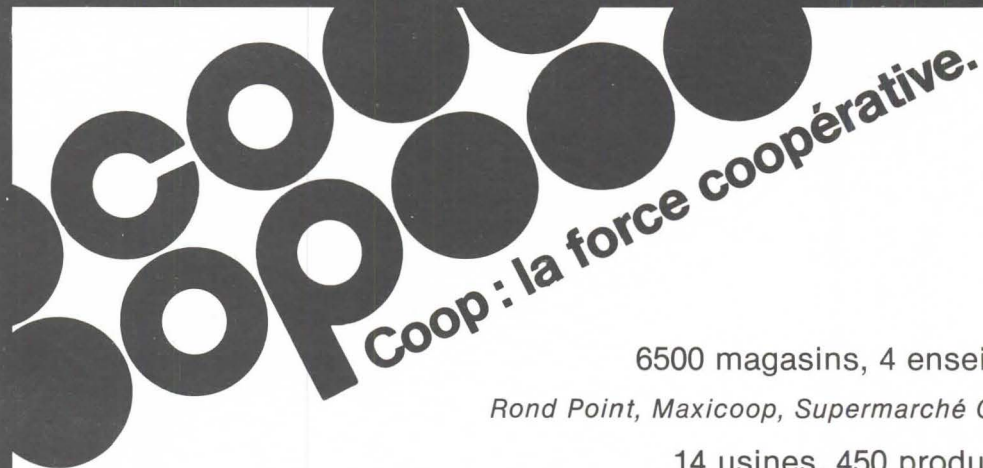
spécifiques, mais aussi au *C. arabica* où des degrés très marqués de résistance horizontale ont déjà été trouvés, en particulier chez des origines éthiopiennes ;

— elle a apporté des éléments nouveaux à la connaissance de ce type de résistance aussi bien qu'aux modalités de son étude ;

— elle a permis incidemment la mise au point d'une méthode de culture *in vitro* d'*Hemileia vastatrix* ;



— on envisage l'exploitation des résultats par la multiplication végétative selon les méthodes horticoles ou de culture *in vitro*, microbouturage en particulier, permettant d'aller très vite.

R.A. Muller



6500 magasins, 4 enseignes
Rond Point, Maxicoop, Supermarché Coop, Point Coop

14 usines, 450 produits
fabriqués, testés et contrôlés par COOP

CAFES 	CHOCOLATS 
Torréfaction S.G.C.C. 205 Bd Amiral Mouchez 76600 LE HAVRE	Chocolaterie S.G.C.C. Rue Alexis Labro 33130 BEGLES

Centrale d'achat et de production : S.G.C.C.
27 Quai Le Gallo 92100 BOULOGNE - Tél. : 604.91.78

Hemileia coffeicola Maublanc et Roger, danger potentiel pour la caféiculture mondiale

Introduction

Assez peu connue parce qu'occupant une aire géographique très limitée, *Hemileia coffeicola*, l'autre rouille foliaire du caféier, n'a pas, comme *Hemileia vastatrix*, fait de dégâts spectaculaires frappant l'imagination, ni progressé avec la même rapidité : elle mérite cependant, à divers titres, que l'on attire sur elle l'attention des caféiculteurs du monde entier : c'est la conclusion à laquelle peuvent conduire les travaux de l'IFCC qui poursuit au Cameroun, dans le cadre des Services de recherche de ce pays, les études les plus approfondies qui aient jamais été faites sur ce pathogène.

Symptômes et nature des dégâts d'*Hemileia coffeicola*

Tandis qu'*Hemileia vastatrix* forme des taches arrondies à contours bien définis et donc bien visibles, les fructifications étant précédées d'une décoloration des tissus du limbe, et une nécrose du centre des taches apparaissant rapidement, *Hemileia coffeicola* forme ses fructifications de façon diffuse sur toute la surface foliaire — on lui a donné le nom de rouille farineuse — sans que celle-ci perde sa couleur naturelle : ces symptômes très discrets, que seule une observation attentive

permet de discerner, n'alarment pas les planteurs.

Tandis que les attaques d'*Hemileia vastatrix* se traduisent, d'une façon très visible pour tous les observateurs, par une rapide défoliation, les observations conduites par l'IFCC montrent qu'*Hemileia coffeicola* est une rouille peu défoliante, la chute des feuilles n'intervenant que très tardivement, en saison sèche.

Alors que la nécessité des traitements est évidente pour tous dans le cas des attaques d'*Hemileia vastatrix*, l'absence de défoliation, associée à des symptômes très discrets, n'incite pas les planteurs à lutter chimiquement contre *Hemileia coffeicola*. Cette attitude est très dangereuse, car il a été montré dans une étude conjointe IFCC-Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie de Yaoundé que les attaques d'*Hemileia coffeicola* ont des effets physiologiques très profonds :

- la teneur en chlorophylle est inversement fonction du degré d'attaque, ce qui a pour conséquence logique une baisse de l'activité assimilatrice, qui se traduit par une faible teneur en carbone des feuilles malades ;

- l'absorption du phosphore et du calcium est perturbée et ce en raison directe de l'intensité des attaques.

Pour n'être pas immédiatement perceptibles, les effets d'*Hemileia coffeicola* sur la physiologie de la plante n'en sont donc pas moins importants : ce pathogène contribue à maintenir à un niveau très moyen la production caféière des régions atteintes.

Hemileia coffeicola et écologie

L'étude de l'évolution des attaques en divers points des régions caféicoles du Cameroun a conduit à constater que :

- à 1 650 m d'altitude, pour une variété d'Arabica sensible aux deux



Fructification d'*Hemileia coffeicola* sur la face inférieure d'une feuille de *Coffea robusta*
(Cl. Partiot, Togo)

rouilles, on n'a que 5 % de feuilles atteintes par *Hemileia vastatrix* et 25 % ou plus de feuilles atteintes par *Hemileia coffeicola* : conformément aux données classiques de la littérature spécialisée, il est sûr qu'en haute altitude *Hemileia coffeicola* est beaucoup plus important qu'*Hemileia vastatrix* plus adapté aux zones plus basses ;

— suivant les cultivars d'Arabica, on a de 15 à 37 % et de 13 à 44 % de feuilles atteintes par *Hemileia coffeicola* respectivement à 1 650 m et à 1 100 m d'altitude ; suivant les clones de Robusta, à 175 m d'altitude, on a de 2 à 80 % de feuilles atteintes par *Hemileia coffeicola* ; contrairement aux données de la littérature,

Hemileia coffeicola n'est donc pas inféodé aux régions de haute altitude, l'intensité de ses attaques étant la même à tous les niveaux.

Conclusion

L'importance d'*Hemileia coffeicola* pour la caféiculture camerounaise a incité l'IFCC à chercher des solutions adaptées à ce pays tant par la lutte chimique dans les conditions naturelles et sous irrigation, que par la lutte génétique.

L'IFCC a donc l'originalité d'être parmi les très rares organismes au monde à travailler sur *Hemileia coffeicola* : il détient à l'heure actuelle

une importante quantité d'informations sur ce pathogène ; les travaux se poursuivent dans le sens de l'approfondissement de ces connaissances : jusqu'ici conduits sur le terrain, on envisage, comme pour *Hemileia vastatrix*, de les compléter par des travaux réalisés à Montpellier.

Ce faisant, l'IFCC est conscient de servir les intérêts du Cameroun, où le problème se pose avec acuité, mais aussi de tous les autres pays producteurs d'Arabica, car *Hemileia coffeicola*, par son absence de spécialisation écologique, constitue une menace potentielle extrêmement grave pour la caféiculture mondiale.

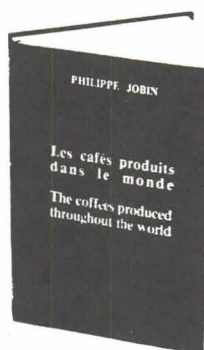
R.A. Muller

LA MAISON P. JOBIN & Cie, LE HAVRE, Importateurs de Cafés Verts depuis 1871

est heureuse de mettre à la disposition des relations professionnelles et amis de l'I.R.C.C. l'Édition 1982 de son Aide-Mémoire illustré, franco-anglais :

« LES CAFES PRODUITS DANS LE MONDE »

« THE COFFEES PRODUCED THROUGHOUT THE WORLD »



au prix de 200 F
l'exemplaire + port
+ T.V.A. 7 % pour la France

8, rue Maréchal De-Lattre-de-Tassigny
76050 LE HAVRE Cedex (France) - B.P. 95
Tél. (35) 22.45.60 - Télex 190 641 JOBIN HAVRE

TRACODI

Importation et distribution de cafés Verts Torréfiés

« LA VIGERIE »

Route de Branne

33270 BORDEAUX/FLOIRAC

Tél. : (56) 86.23.01 et (56) 44.20.91

Télex : 540030 F OGETEL

L'antracnose des baies du caféier Arabica (*Colletotrichum coffeanum*) Noack, sensu Hindorf) Portée des travaux de l'IFCC

Introduction

Limitée à l'Afrique où elle provoque de graves dégâts dans les régions caféicoles de haute altitude (1 500 m et plus), l'antracnose des baies de l'Arabica — le Coffee Berry Disease ou CBD des auteurs anglophones — a été étudiée par l'IFCC au Cameroun où se poursuivent les études dans le cadre des services de recherches de ce pays ; ces études touchent à la lutte génétique, mais les résultats les plus marquants actuellement concernent la lutte chimique et biologique.

La lutte chimique

Fondée sur des études d'épidémiologie tenant compte des conditions climatiques et des variations de la sensibilité du fruit au cours de son développement, la lutte chimique avec différents types de fongicides a été mise au point au Cameroun.

Malgré des variations quantitatives dues aux variations climatiques annuelles ou à l'abondance plus ou moins grande de la production, l'infection, qui peut toucher 80 % des fruits, se déroule toujours selon un même schéma qui conduit à conclure que les traitements chimiques doivent être faits seulement au cours des cinq premiers mois de développement des fruits, période correspondant à la fois à leur sensibilité maximale et à une période pluvieuse favorable au pathogène, et de plus en plus fréquemment à l'intensification progressive des précipitations, soit, pour une floraison ayant lieu la semaine « S » :

— produits cupriques : sept traitements : S + 2, S + 7, S + 11, S + 14, S + 16, S + 18, S + 20 ;

— Orthodifolatan : cinq traitements : S + 2, S + 7, S + 11, S + 15, S + 18.

Ce schéma, établi dès 1964, était en contradiction avec les recommandations données au Kenya selon lesquelles les traitements devaient être préfloraux et effectués en saison sèche ; l'échec de cette formule entraîna l'IFCC à effectuer dans ce pays, en 1967, une étude qui eut pour conséquence, à partir de 1968, un changement radical : depuis cette date, on recommande un calendrier de traitements post-floraux de saison des pluies comparable à celui appliqué au Cameroun.

Conséquences des variations de la sensibilité des baies

L'étude de l'évolution des attaques et des pertes au cours de l'année conduisit l'IFCC à montrer l'existence d'une variation de la sensibilité des fruits de l'Arabica au cours de leur développement : à une forte sensibilité au cours des cinq premiers mois, succèdent une quasi totale insensibilité au cours des trois mois suivants, puis une nouvelle période de sensibilité sans gravité, seule la pulpe étant alors touchée. C'est la variation de la composition des fruits et non pas les conditions climatiques qui déterminent ces trois phases, la coexistence d'une période pluvieuse favorable à l'agent pathogène avec la période de forte sensibilité des jeunes fruits donnant cependant à la maladie toute sa gravité.

Ces données, qui ont eu pour première conséquence l'établissement du calendrier de traitements décrit plus haut, ont d'autres implications :

Mise au point d'une méthode agromonomique de lutte intégrée aux pratiques culturales, l'irrigation précoce.

Les boutons floraux qui s'épanouissent naturellement fin janvier-début mars sous l'effet des premières pluies existent en effet depuis octobre et restent dormants toute la saison sèche ; si on en provoque, par des apports d'eau, l'épanouissement précoce, on constate que les fruits qui en résultent échappent à l'infection, leurs stades jeunes s'établissant en période sèche non favorable à la germination et à la dispersion des spores du pathogène.

Ainsi, l'irrigation précoce permet de lutter efficacement contre l'antracnose des baies et a d'autres avantages :

— bien qu'elle favorise les attaques des deux rouilles foliaires, trois traitements chimiques suffisent à les combattre : elle permet donc de réduire de moitié le nombre des traitements chimiques ;

— elle est un régulateur très important de la production, assurant une floraison maximale et la formation d'une quantité de bois florifère deux à trois fois plus importante que dans les conditions naturelles.

Appréciation de la résistance des cultivars.

C'est évidemment pendant la phase de sensibilité maximale des fruits qu'il convient d'apprécier, dans le cadre d'un programme de sélection, la résistance d'un cultivar.

Possibilité de circonscrire les régions vulnérables.

Les variations de sensibilité des fruits expliquent pourquoi l'antracnose des baies ne se développe pas dans les régions de basse altitude (1 100 m), malgré la présence du pathogène : les températures plus élevées qu'en haute altitude font que les cycles floraison-fructification y sont de dix à douze semaines plus courts ; cette accélération, sur-

tout marquée au début de la campagne, fait que les stades jeunes des baies sont trop courts pour que le parasite ait un développement épidémique ; il en résulte que, dans les pays non encore atteints par l'anthracnose des baies, on peut songer, par une étude du développement des fruits, à délimiter les zones où,

en cas d'introduction du pathogène, la maladie aurait des chances de se manifester avec plus ou moins de gravité.

Conclusion

Tout ce qui précède montre que, si les études poursuivies par l'IFCC au

Cameroun dans le cadre de ses institutions sont d'un intérêt direct pour ce pays, elles concernent tout autant tous les pays producteurs de café.

R.A. Muller

VAUDOUR - DANON S.A.

*1^{er} groupe français d'importation, de torréfaction,
de commercialisation de cafés.*

Café
stentor

Café
Quotidien



Capital 6 535 375 F

14 Boulevard Industriel - B.P.47

76300 SOTTEVILLE-LES-ROUEN

Tél. : (35) 72.17.63 - Télex : 180 275

VAUDOUR-DANON, un relais indispensable entre les pays
producteurs et le consommateur final.

Modélisation et simulation de l'architecture du caféier Robusta

Les composantes du rendement chez le caféier ont fait l'objet de recherches dans le but de prévoir les récoltes avec la meilleure précision possible.

Parmi celles-ci figure l'architecture de la plante. Le caféier a en effet une structure assez géométrique, qui résulte de son mode de croissance. Le tronc est une tige orthotrope à croissance continue, le méristème terminal émet régulièrement une paire de branches plagiotropes à croissance continue et qui portent à chaque nœud des glomérules de cerises.

Toutes choses étant égales par ailleurs, il est évident que le rendement du caféier dépend directement des lois de croissance de la tige et des rameaux ainsi que de la durée de la fructification des entre-nœuds. Ces lois connues, il est alors possible de simuler le fonctionnement du caféier sur un micro-ordinateur et de le dessiner à l'aide d'une table traçante. Deux modèles mathématiques complémentaires ont été réalisés et ont permis d'étudier l'importance de l'architecture du caféier dans la formulation du rendement.

Modèle mathématique de base de l'architecture du caféier

Ce modèle repose sur les observations de la croissance des tiges et des rameaux sur plusieurs années pour différents clones. La tige possède une loi de croissance de type sigmoïdal et les rameaux possèdent une loi de croissance de type amorti en fonction du temps. Les durées de vie des feuilles et des nœuds fructifères sont également étudiées. Il existe une bonne stabilité de ces lois pour un clone donné et une importante variabilité interclonale.

Ce modèle est simple, car il ne prend pas en compte la mortalité des rameaux et les processus de ramification secondaire.

Cependant ce modèle a permis avec succès de réaliser trois types d'applications.

— Le contrôle du cycle de production d'un clone avec la détermination de la période optimale de recépage. Il existe une corrélation excel-

lente entre les rendements moyens calculés à un âge donné et les rendements observés.

— L'influence des engrais sur l'architecture. On remarque que le surcroît de développement du caféier dû à l'engrais explique la majeure partie du gain de production.

— L'analyse de la verse des caféiers. Le modèle mathématique mis au point est soumis à la théorie de l'élasticité et l'arbre ploie en fonction de sa charge en fruits. Ce modèle a mis en évidence le rôle du module de Young du bois qui contrôle, pour un clone donné, la stabilité en champ.

Modèle mathématique aléatoire de l'architecture du caféier

Ce modèle est une amélioration du précédent. Il prend en compte les processus de mortalité et de ramification secondaire. De plus, il intègre les irrégularités dans la croissance des méristèmes. A chaque unité de temps on peut affecter une probabi-

lité à un méristème donné de faire un entre-nœud supplémentaire et une probabilité de mortalité. Une technique mathématique (l'analyse des cimes) permet, sur un clone donné, de calculer les lois de probabilités de croissance, de dormance et de mortalité des différents méristèmes.

Il en résulte une connaissance beaucoup plus fine de l'arbre. En particulier, la variabilité naturelle intraclo-nale est restituée.

Ce type de modèle permet d'envisager des applications plus sophistiquées que le précédent :

- l'héritabilité des paramètres architecturaux,
- l'optimisation de la densité/hectare d'un clone donné. Une telle

expérience est actuellement en cours.

Simulation des modèles mathématiques du caféier

L'architecture du caféier peut être simulée par un micro-ordinateur qui pilote une table traçante. Ce type de synthèse graphique a l'avantage de permettre de visualiser directement le résultat de calculs fastidieux.

La figure 1 montre comment l'ordinateur construit un caféier d'un âge donné en fonction des lois de croissance fournies, et de la durée de vie des feuilles et des fruits, à partir du modèle mathématique de base. On distingue les zones fructifères et feuillues.

La figure 2 montre la verse du caféier en fonction de sa charge.

La figure 3 montre la variabilité intraclo-nale qui résulte de l'aspect aléatoire du fonctionnement des méristèmes à partir du modèle mathématique aléatoire.

Ces 3 figures sont construites en deux dimensions.

La figure 4 est une synthèse tridimensionnelle du caféier Robusta où sont intégrés non seulement le fonctionnement des méristèmes, mais aussi des données botaniques connues, la longueur des entre-nœuds, les angles de branchement, l'élasticité du bois.

Ph. de Reffye

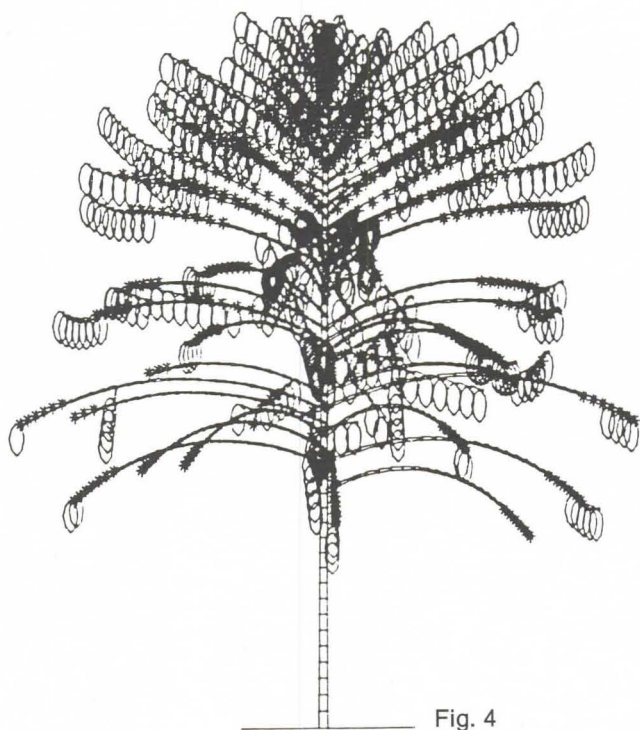


Fig. 4

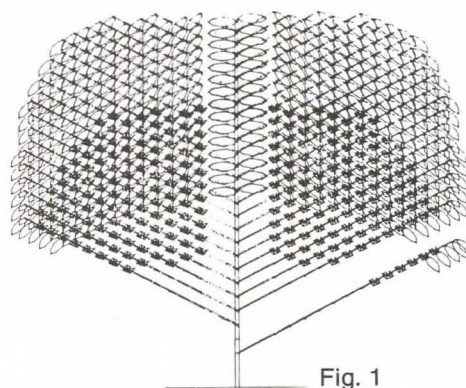


Fig. 1

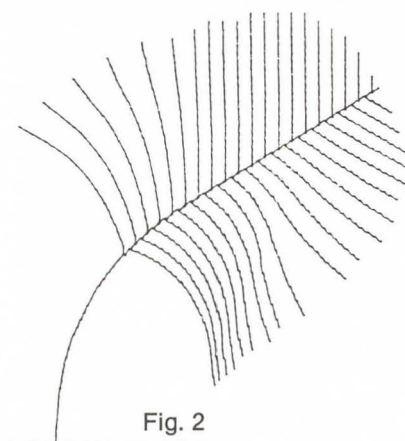


Fig. 2

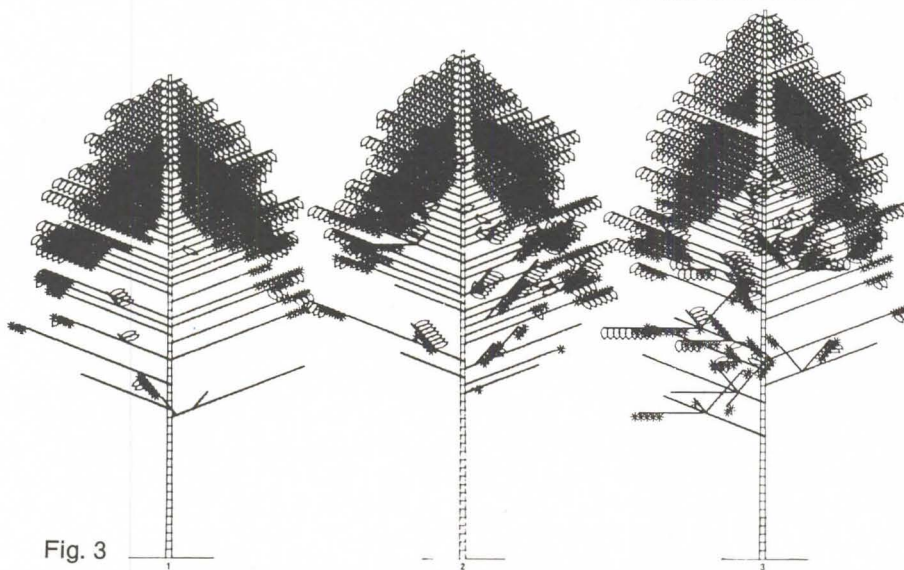


Fig. 3

Arômes du café torréfié : méthodes d'analyses - applications

Les nombreuses publications — les premiers travaux remontent à 1830 — concernant l'arôme du café indiquent que ce sujet a toujours passionné les aromaticiens.

Comme le rappelle la définition du mot arôme : « Ensemble complexe de substances présentes dans les aliments au moment de leur consommation et susceptibles de créer des sensations olfactives », l'arôme de café est un ensemble de plus de huit cents composés chimiques identifiés jusqu'à maintenant, où l'on retrouve en partie toutes les familles caractéristiques des hétérocycles telles que pyrazine, pyrrole, pyridine, thiophène, thiazole, furanne, qui se forment au cours de la torréfaction.

Pour déterminer la qualité d'un café torréfié, l'évolution qualitative et quantitative de son arôme est un des facteurs les plus importants et qui semble *a priori* le plus attractif. La complexité de l'arôme et sa faible concentration, de l'ordre de 1 g pour l'ensemble des composés pour 1 kg de café torréfié, ont limité pendant très longtemps son utilisation comme critère de qualité autre que par les tests organoleptiques.

L'apparition de nouvelles techniques physico-chimiques au cours des dernières années a permis d'étudier de manière plus objective et plus rigoureuse les arômes et, plus particulièrement en ce qui nous concerne, l'arôme du café torréfié.

Les principales techniques peuvent être résumées de la manière suivante :

Méthodes générales d'extraction

- technique de l'espace de tête (« head-space ») et concentration sur polymère adsorbant,
- distillation de l'arôme et extraction,
- extraction par des solvants organiques ou par CO₂ à l'état supercritique.

Méthodes d'analyse

- chromatographie en phase gazeuse sur colonne capillaire,
- chromatographie en phase liquide et chromatographie liquide haute performance.

Identification des constituants de l'arôme

- spectroscopie dans l'ultraviolet, dans l'infrarouge, de résonance magnétique nucléaire,
- couplage de la chromatographie phase gazeuse et de la spectrométrie de masse,
- emploi de détecteurs spécifiques en chromatographie en phase gazeuse (détecteur thermo-ionique, photométrie de flamme).

L'utilisation de ces techniques a permis dans le cadre du Laboratoire de Chimie Technologie de l'IFCC à Montpellier, d'effectuer plusieurs études utilisant ou caractérisant l'arôme ou les produits volatils du café torréfié.

— L'étude des composés azotés tels que les pyrazines par chromatographie en phase gazeuse avec un détecteur spécifique thermo-ionique a permis de mettre en corrélation le degré de torréfaction avec le développement de l'arôme, aussi bien sur le café torréfié que sur la boisson correspondante.

— Une autre application importante de l'étude des arômes est le problème posé par le conditionnement du café après torréfaction en général : café en grain ou café moulu, emballage normal ou emballage sous vide, temps de dégazage, etc. Les résultats obtenus ont montré :

- une perte importante d'arôme, de l'ordre de 30 % lors du broyage,
- une meilleure conservation de l'arôme dans les emballages sous vide,
- une dégradation plus lente des arômes dans le cas de café en grain par rapport au café moulu correspondant.

— La dernière application qui sera certainement la plus importante et la plus développée dans les années futures est la caractérisation des variétés. Un choix judicieux de certains composés aromatiques, en particulier les composés soufrés de la série thiophénique et thiazolique, et l'étude des profils des aromagrammes faite par ordinateurs permettront d'identifier les variétés dans le cas par exemple de cafés moulus. Seuls des moyens informatiques pourront d'ailleurs permettre de développer de telles études complexes.

En conclusion, les arômes du café torréfié représentent un domaine d'investigation très vaste, et en dehors de l'identification de ses constituants, qui a certes un intérêt, ce sont surtout les différentes applications liées à l'arôme comme critère de qualité qui sont les plus importantes.

B. Guyot

L'usinage du café Robusta par voie sèche

Ces dix dernières années l'usinage du café Robusta par voie sèche a fait un certain nombre de progrès en particulier dans le domaine de l'emploi de nouveaux matériels. Il faut noter ici le rôle important joué par les ingénieurs de l'IFCC qui ont d'une part recherché quel type de matériel existant pourrait être adapté à l'usinage du café, fait des essais et des mises au point, et d'autre part étudié de nouveaux matériels et procédés. Ces recherches et études ont abouti en particulier à la réalisation, par des constructeurs français, de décortiqueurs à gros débit basés sur le principe de la cage d'écureuil, qui nécessite une consommation d'énergie moins importante que les procédés classiques et donne des taux de brisures et de non décortiqués moindres. Ces machines peuvent atteindre des débits de 3 t/h de café en cerises et peuvent être équipées d'un système

de séparation de la fraction non décortiquée. Parmi les appareils de l'industrie céréalière adaptés au traitement du café par voie sèche nous pouvons citer les appareils de manutention, les nettoyeurs préalables, les calibreurs, les séparateurs densimétriques, les séchoirs, etc. Ces machines ont permis d'augmenter sensiblement les rendements horaires et d'aboutir à la réalisation de grosses unités du type de celles construites en Côte d'Ivoire.

Le Service de Technologie de l'IFCC à Montpellier fait aussi des études et suit la réalisation de projets d'usine à café Robusta par voie sèche, principalement en Afrique. Des enquêtes sur la qualité et le rendement au décortiquage du café Robusta par région ont été effectuées dans certains pays, ce qui permet maintenant dans certaines régions d'acheter le café en coque aux planteurs.

A l'heure actuelle, des recherches sont entreprises pour utiliser les « coques » qui occupent un volume important dans les usines. La forte teneur en potasse de ces coques pose des problèmes (liquéfaction des cendres) dans les foyers à haute température. Les solutions envisagées sont la production :

- de chaleur dans des foyers à des températures ne dépassant pas 900 °C,
- de gaz pauvres à l'aide de gazogènes et de charbon pour usage domestique,
- de biogaz à l'aide de digesteur.

Ces coques, qui sont des déchets, ont un bon pouvoir calorifique de l'ordre de 3 500 Kcal/kg et présentent l'intérêt d'être déjà regroupées dans les usines à café.

G. Roche

L'usinage du café par voie humide

Si de nombreux progrès ont été accomplis dans le domaine du traitement du café par voie sèche, en particulier dans la phase de conditionnement allant du décortiquage au triage colorimétrique, il faut cependant souligner que la voie humide a connu également des perfectionnements importants :

1. de petites installations de dépulpage compactes assurant dépulpage, fermentation et lavage sont

actuellement mises à l'épreuve en Côte d'Ivoire ; elles évitent tout génie civil et sont immédiatement opérationnelles ;

2. des installations de grande capacité fonctionnant avec du matériel utilisé en vinification, adapté et transformé après de nombreux essais, permettent dans une seule cuve d'éliminer le flottant, d'accélérer les fermentations, notamment au niveau de la diffusion des composés

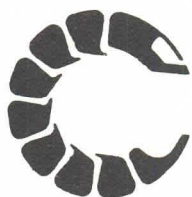
de types polyphénolique et diterpénique, de laver la fève en parche après fermentation. Une laveuse permet un lavage préalable des cerises avant dépulpage.

Ce type d'installation fonctionne notamment pour le traitement du café Arabusta en Côte d'Ivoire.

J.-C. Vincent

DEUX GRANDS CRUS DU CAFÉ PAR NESCAFÉ





CAMEROON SHIPPING LINES S.A.

Société Nationale de Transport Maritime

DOUALA - B.P. 4054 — Tél. 42.00.38 - 42.02.27 — Télex 5615

*SERVICE REGULIER ENTRE LA COA ET LES PORTS EUROPEENS
DU RANGE HAMBURG-BORDEAUX (COWAC)
ET CEUX DE LA MEDITERRANEE (MEWAC)*



Pour vos problèmes de transports maritimes, consultez nos Agents :

EUROPE

HAMBURG : UNIMAR Linienagentur G.m.b.H.

Ferdinandstrasse 33, D - 2000 HAMBURG 1 - Tél. 30.06.0 - Télex 2 163 841

BREMEN : UNIMAR Linienagentur G.m.b.H.

Breitenweg 25, D - 2800 BREMEN - Tél. 31.84.91 - Télex 2 44 637

ROTTERDAM : UNIMAR Zeetransport B.V.

Maaskade 119, NL - 3071 ROTTERDAM 1 - Tél. 14.58.88 - Télex 25 049

AMSTERDAM : UNIMAR Zeetransport B.V. c/o Merssrs Wereldvracht B.V.

Javakade 10, NL - AMSTERDAM - Tél. 26.25.30 - Télex 13 016

ANTWERP : UNIMAR Zeetransport B.V.B.A.

Lange Nieuwstraat 39, B - 2000 ANTWERPEN - Tél. 233.14.00 - Télex 33 876

PARIS : CAMEROON SHIPPING LINES

38, rue de Liège, 75009 PARIS - Tél. 293.50.70 - Télex 640 016

DUNKERQUE : SOGETRA

26, rue du Gouvernement, F - 59377 DUNKERQUE - Tél. 65.99.31 - Télex 160 549

ROUEN : SOGENA S.A.R.L.

67, av. Gustave-Flaubert, B.P. 664, F - 76008 ROUEN - Tél. 89.51.66 - Télex 171 658

LE HAVRE : SOGENA S.A.R.L.

67, rue Jules-Siegfried, F - 76600 LE HAVRE - Tél. 21.03.39 - Télex 190 403

BORDEAUX : COMPAGNIE MARITIME DE CHARGEURS REUNIS

1, allée de Chartres, F - 33025 BORDEAUX Cedex - Tél. 81.12.42 - Télex 560 051

LEGHORN : TEDESCHI & CAPANA

10, via G.-Poggiali, 1 LEGHORN - Tél. 38.341 - Télex 500 011

MARSEILLE : WORMS SERVICES MARITIMES

30, avenue Robert-Schumann, F - 13002 MARSEILLE - Tél. 91.90.22 - Télex 440 067

VALENCIA : ROMEU & Cia S.A.

40, Jose Aguirre, E - VALENCIA 11 - Tél. 367.28.00 - Télex 62 748 et 62 906

BARCELONA : ROMEU & Cia S.A.

Plaza Medinacelli E - BARCELONA 2 - Tél. 318.42.58 - Télex 545 14 et 547 11

ANGLETERRE : CORY BROTHERS

Europe House World Trade Centre, LONDON E 1 9 AB - Tél. 01.480.6321 - Télex 885 081

TRIESTE : Messrs MARIO F MARTINOLI

P.O. Box 956, Via B.-Celeni 3, 34 132 TRIESTE - Tél. 69229, 69382, 68628 - Télex 46 0052

GENES : Messrs COMESMAR

Via Sottoripa 1 a 110 - 16123 GENES - Tél. 299641-2-3-4 et 202920 - Télex 270 222

AFRIQUE - AFRICA

DAKAR : TRANSCAP

B.P. 58, 24 bd Pinet-Laprade, DAKAR - Tél. 23.10.55 - Télex 618 - Câble TRANSCAP

ABIDJAN : SISA SITRAM

International Shipping Agencies, B.P. 21110, rue du Havre, 01 ABIDJAN

Tél. 32.05.57 - Télex 3775 - Câble SISA

DOUALA : CAMEROON SHIPPING LINES

B.P. 4054, rue Joffre, DOUALA - Tél. 42.00.38, 42.02.27, 42.41.40

AGENCE GENERALE - GENERAL AGENTS

UNIMAR SEETRANSPORT GmbH

P.O. Box 106226, D - 2000 HAMBURG 1 - Tél. 3006.0 - Télex 2162116



CAFÉS ST-LOUIS

BUREAUX ET MAGASINS : 13, Impasse Bergère
66000 PERPIGNAN - Téléphone : (68) 34.13.34

USINE DE TORRÉFACTION : Rte de Villelongue
66430 BOMPAS - Téléphone : (68) 06.27.01



**J'AIME MA MAISON,
la MAISON du CAFÉ.**

Douwe Egberts France Tour Gallieni II
36, avenue Gallieni 93175 BAGNOLET CEDEX - Tél. 360.37.37

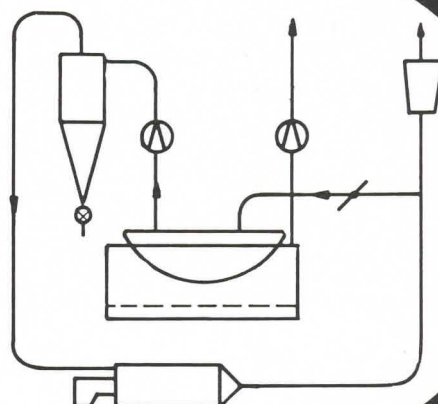
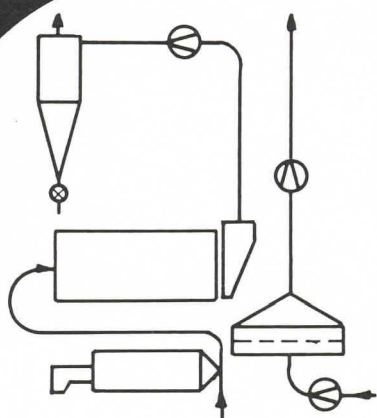
Compagnie Générale d'Importation des Cafés

17, rue Edmond-Besse
Centre Commercial de Gros
CCG n° 21

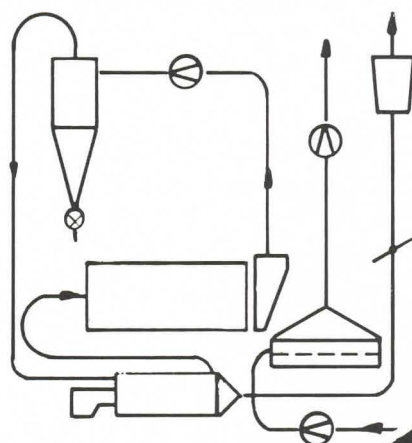
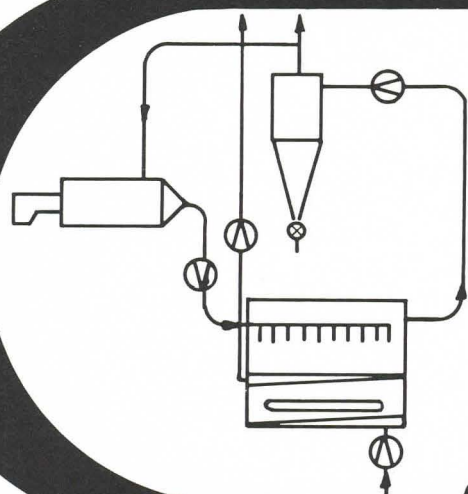
33083 BORDEAUX Cedex

Tél. : (56) 50.60.70 - Télex : 570 641

CAFÉ



OU



CACAO

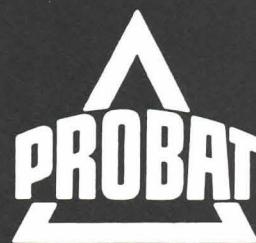
Pour résoudre vos problèmes nous livrons:

torréfacteurs d'échantillons et matériel de laboratoire, séchoirs, torréfacteurs périodiques et continus pour **café, cacao et fruits secs**, dispositifs de recyclage et post-combustion des fumées et odeurs, moulins à café, silos et transporteurs.

PROBAT-WERKE

Boite Postale 1220, D-4240 Emmerich (Allemagne)
Tél.: (02822) 70061
Télex: 8125154, Télégr.: PROBAT

Représentation:
SERPAC 147, Bvd. Ney, 75018 Paris
Tél.: 228-17-90, Télex: 280346



Au coeur de l'arôme.

cafés méo

1, rue Lamartine - LILLE
Tél. (20) 52.45.48 - Télex 130726

CAFES

MELITTA - EXCELLA

B.P. 24 - 63370 LEMPDES (France)
Tél. (73) 83.19.43 - Télex 392687 EXCELLA

**TORREFACTEUR
ET DISTRIBUTEUR
DES MARQUES**

MELITTA

*Spécialiste International
du Café Moulu*

LA TASSE

*Une Sélection
de très Grands Crus de Café*

EXCELLA

*Une sélection de Cafés adaptée
au goût du Centre de la France
et appréciée nationalement*



Barclays Bank S.A.

filiale du premier groupe bancaire britannique
Direction Générale : 33, rue du Quatre-Septembre
75002 Paris — Téléphone : (1) 265.65.65

Le Département de Négocie International
de Barclays Bank S.A.

qui s'appuie sur les 5 300 agences
du Groupe Barclays dans 83 pays,
dont 16 pays d'Afrique,
est à votre disposition pour :

- l'étude
- le montage
- le financement
- le traitement

de vos opérations d'exportation,
d'importation et de négoce international
de matières premières.

Personne à contacter : Yves Lefebvre
Département Négocie International
(1) 265.65.65

Barclays France

MAISON LANGLOIS S.A.

Capital F 2.653.200

70, rue Dumont-d'Urville — LE HAVRE

CAFES VERTS

Tél. : (35) 26.67.61

Adr. Télégr. : LANCAF-HAVRE

Ad. postale : B.P. 623 - 76059 LE HAVRE CEDEX

Télex : 190843 LANGLOIS-HAVRE

Amélioration de la production de noix de cola en Côte d'Ivoire



Noix fraîches, sans enveloppe, de *Cola nitida*
(Cl. Dublin)

Introduction

La noix de cola occupe une place unique dans la vie sociale, culturelle et économique en Afrique. Son commerce remonte à l'époque précoloniale et reste encore aujourd'hui une activité très importante, surtout en Côte d'Ivoire.

On estime à plus de 60 000 t la quantité de noix exportée annuellement par ce pays vers ses voisins du Sahel surtout (Mali, Haute-Volta, Sénégal) et de plus en plus vers les États-Unis et l'Europe (France, République fédérale allemande). La consommation interne est par ailleurs très importante.

La majeure partie de cette production provient, encore aujourd'hui, de vergers naturels, spontanés, constitués d'arbres disséminés dans les caféières et les cacaoyères du pays. Une culture plus moderne est nécessaire pour maintenir et, *a fortiori*, pour accroître la production ivoirienne de noix de cola. Cela, surtout, à cause du vieillissement des arbres exploités et de la disparition progressive de la forêt ivoirienne.

Les travaux de recherches sur le colatier (*Cola nitida*) en Côte d'Ivoire remontent au début des années cinquante. A l'IFCC, les études ont commencé vers 1962 par la constitu-

tion d'une collection mise en place en 1963. Cette collection a été enrichie plus tard (1976) par l'introduction de matériel végétal d'origine nigériane.

Pendant longtemps les travaux n'ont pu être menés convenablement, le personnel chercheur responsable étant retenu par d'autres travaux prioritaires de plus en plus importants. Depuis 1978 cet obstacle a été levé par le recrutement de personnel à plein temps.

Objectifs du programme

Le programme de recherches sur le colatier doit permettre de mettre à la disposition des planteurs du matériel végétal sous forme de clones ou de semences sélectionnés, ainsi que les techniques culturales adaptées à l'exploitation de ce matériel.

Sur le plan scientifique, il doit contribuer à la connaissance du colatier relativement peu étudié malgré son importance économique, sociale et culturelle.

Travaux de recherches

Méthode de sélection

Les travaux de recherches intéressent essentiellement la sélection génétique.

Le colatier est un arbre à cycle long, l'entrée en production d'un semencier n'intervenant généralement que vers la cinquième ou la sixième année après la plantation. En outre, il est généralement allogame avec de nombreux géotypes auto-stériles.

Pour un tel matériel, la sélection de géotypes intéressants multipliés végétativement par la suite semble être une méthode efficace. La méthode de sélection du colatier adoptée consiste en l'observation du matériel en collection pour dégager des géotypes intéressants selon des critères définis en fonction des objectifs du programme et de la biologie du colatier. Ces géotypes (têtes de clone) sont mis à l'épreuve dans des essais comparatifs de plus en plus rigoureux. Les meilleurs clones, à l'issue de ces essais, sont multipliés pour la constitution de champs polyclonaux.

Des croisements compatibles sont réalisés entre les clones de la collection pour la création de matériel végétal réunissant le maximum de qualités possibles et destiné à la sélection végétative.

En outre, les descendances ainsi obtenues sont évaluées et mises à l'épreuve. Les meilleures sont reproduites pour être mises à la disposition des planteurs de zones où l'utilisation des boutures s'avèrerait trop délicate.

La sélection (de clones ou de semences) se fait selon des critères dont les principaux sont :

- la productivité et la régularité de la production,
- la précocité (l'entrée en production tardive du colatier semble être l'un des facteurs qui ont empêché sa culture),
- la rusticité (le colatier est souvent négligé chez les paysans au profit des cacaoyers ou caféiers),
- la qualité des noix (taille, coloration, qualités gustatives),
- la taille des arbres (pour faciliter les opérations de pollinisation artificielle et de récolte).

Essais et résultats

Etudes et observations de la collection

Pour la mise en œuvre du schéma de sélection, de nombreuses observa-

tions sont faites sur le matériel en collection (environ 1 500 individus dont 57 clones). Elles intéressent la morphologie des arbres, leur biologie florale, leur croissance végétative, leur aptitude au bouturage, leur productivité, etc.

Elles ont fait apparaître une grande variabilité des caractères étudiés. Au niveau de la précocité par exemple, on a trouvé 84 semenceaux sur 154 plantés à Abengourou qui sont entrés en production quatre ans après la plantation ; deux des clones nigériens ont produit deux ans après la plantation onze et trente cinq follicules par arbre. Au niveau de la productivité, à côté d'individus ne produisant pratiquement rien, on note quelques individus haut producteurs (deux mille à trois mille follicules par arbre).

Sélection clonale

Les résultats des études et observations du matériel en collection ont permis de mettre en place, sur les trois stations principales de l'IFCC en Côte d'Ivoire (Bingerville, Abengourou et Divo) cinq essais comparatifs de clones couvrant au total plus de 3 ha.

Les plus anciens de ces essais ont permis de retenir cinq clones, en particulier les numéros 322, 337 et 305, dont les productions moyennes sont de 72, 120 et 125 follicules par arbre

et par an respectivement, contre 32 follicules par arbre et par an pour l'ensemble des parcelles.

Les autres essais sont trop récents pour permettre des conclusions, mais, déjà, on peut noter la précocité de certains clones qui ont fleuri un an après leur plantation à Abengourou.

Création de matériel végétal et test de descendance

Les croisements entre des géniteurs choisis en fonction de leur productivité, de leur précocité ou de la qualité de leurs noix (taille et coloration) ont permis la mise en place de cinq parcelles d'observations de descendance.

Les résultats des premières observations montrent que les descendances obtenues sont presque aussi hétérogènes que les populations de colatiers. En conséquence, pour avoir des échantillons représentatifs de chaque descendance pour les tests de comparaison, il est nécessaire d'utiliser un nombre élevé d'individus par descendance, donc une surface importante pour chaque essai.

Perspectives d'évolution

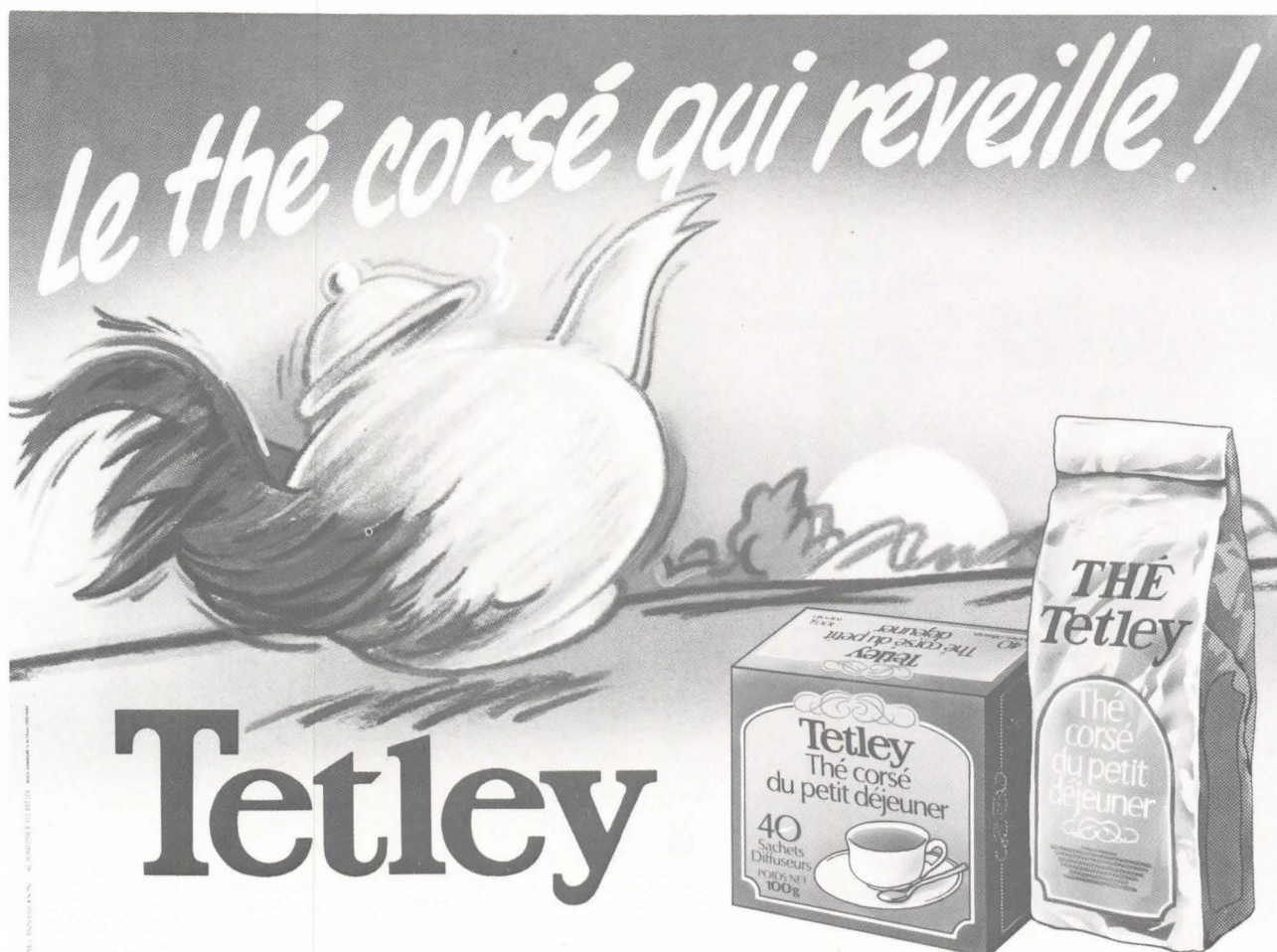
La sélection clonale sera poursuivie par la mise en place d'essais compa-

ratifs plus rigoureux, prenant en compte l'adaptation locale des clones, leur intercompatibilité, leur comportement en cas de pollinisation artificielle, leur comportement vis-à-vis des principaux ennemis du colatier (borers, charançons, champignons, notamment *Marasmius* sp.).

Une prospection plus intense dans les colatérales ivoiriennes devrait permettre d'enrichir le pool génétique disponible sur les stations de l'IRCC, de fournir du matériel végétal pour la sélection clonale et la création de matériel végétal.

Des recherches menées dans les domaines de la phytotechnique devront permettre la mise au point de techniques culturales appropriées (densité de plantation, nutrition minérale, protection des végétaux, etc.) grâce auxquelles les clones et les semences sélectionnés extérioriseront mieux leurs potentialités. Cette intensification des recherches devrait permettre aussi de résoudre le problème de la conservation des noix fraîches, qui intéresse tant les commerçants de cola, clients privilégiés de ceux qui, de plus en plus nombreux, s'intéressent à la culture du colatier.

B. Bonsson



La recherche théicole au Cameroun

La recherche théicole a commencé, au Cameroun, en 1961, par l'installation d'essais culturaux à la plantation de Tolé. Ces essais étaient conduits par la cellule de recherche de la Cameroon Development Corporation (CDC).

En septembre 1967, la CDC confie la recherche théicole à l'IFCC, qui propose un programme de sélection en vue de l'amélioration du théier, et la poursuite des essais culturaux.

Les travaux ont été interrompus à Tolé, en 1974, mais se poursuivent à Djuttitsa (Province de l'Ouest), où une opération de recherche a été lancée en 1971.

La recherche théicole à Djuttitsa (Dschang) devait aboutir, en 1977, au lancement d'un projet de 425 ha de plantation de théiers et à l'installation d'une usine d'une capacité de 1 500 t de thé marchand/an.

Actuellement, une recherche d'accompagnement se poursuit depuis 1979 dans les trois plantations de la CDC, et des parcelles de comportement ont été installées dans les régions de Nkambe et de Santa (Province du Nord-Ouest).

Agronomie

Pendant cinq ans, de 1968 à 1972, les essais installés par la CDC ont permis de constater que le rendement du théier augmente proportionnellement à la dose d'azote appliquée, sous forme de sulfate d'ammoniaque. Un rendement de 3 300 kg de thé sec par hectare a été obtenu avec la dose maximale de 400 kg d'azote, mais c'est la dose de 300 kg/ha/an d'azote qui était économiquement la plus rentable. Actuellement, les essais mis en place en 1979 permettent de proposer une

fumure moins importante, et la dose de 200 kg/ha/an d'azote, sous forme d'engrais complet d'équilibre NPK 20.10.10, est recommandée pour les théiers adultes âgés de vingt ans et plus.

Les essais de fertilisation ont également permis de constater que le sulfate d'ammoniaque était mieux indiqué que l'urée, et que l'application de zinc n'apporte aucun changement au rendement du théier (Tolé).

L'expérimentation actuelle permet d'étudier quelle est la période la plus favorable à la taille, la densité de plantation à adopter, la mise en production et la fertilisation des jeunes théiers.

Les premiers résultats obtenus en 1981/82 montrent que la taille du théier doit se situer juste avant et après la saison sèche, alors que la densité de plantation doit être de 9 000 à 14 000 arbustes par hectare, avec une meilleure rentabilité économique pour la densité de 10 400 théiers/ha avec l'écartement de 1,20 x 0,80 m.

Enfin, les parcelles de comportement plantées à Nkambe et à Santa (Bamenda) montrent que ces deux régions sont aptes à la culture du théier.

Sélection

La sélection commença en 1967, par le choix de cinq cents candidats arbres-mères en provenance de Tolé, Dschang et Babadjou. Elle s'est poursuivie jusqu'en 1972 à Tolé, où plus de cinq mille théiers ont passé le cap de la première phase de la sélection effectuée sur une superficie de 300 ha. Les critères principaux de sélection sont les suivants : le champ choisi doit avoir un rende-

ment moyen très élevé, avec un faible taux de théiers manquants ; les théiers choisis doivent avoir une charpente vigoureuse, une large table de cueillette fortement garnie de jeunes pousses régulièrement réparties ; les buissons doivent avoir des feuilles relativement larges avec des pousses duveteuses ; ils doivent avoir un bon comportement pendant la saison sèche, et une croissance vigoureuse après la taille ; les candidats arbres-mères subissent le test d'enracinement et le test de fermentation (test au chloroforme) ; les arbres-mères choisis après les différents tests doivent avoir un pourcentage d'enracinement de 80 % au moins et une aptitude à la fermentation de 3/5.

La technique de bouturage a été mise au point, et les arbres-mères sont multipliés en boutures à un nœud, installées dans des sachets en polyéthylène contenant un substrat formé de terre de sous-sol avec peu de matière organique (5 %), une haute teneur en argile (30-40 %) et une acidité élevée (pH 4,5 à 5,0).

Les boutures sont placées en pépinières à ombrage haut, formé par un filet en matière plastique noire, prodiguant 70 % d'ombrage, et sous des tentes en polyéthylène permettant de maintenir une humidité constante. Dans ces conditions, les boutures forment rapidement des racines et l'endurcissement commence après environ trois mois de bouturage. Un plant apte à la transplantation au champ doit avoir, suivant les clones et le climat, de douze à dix-huit mois.

Lors de la deuxième phase de sélection, les théiers sont contrôlés pour leur rendement et leurs qualités organoleptiques. Ils sont plantés en

parcelles de comparaison clonales. Sur les cinq mille candidats arbres-mères choisis en première phase, sept cent dix arbustes ont été retenus pour la seconde phase et mis en parcelles de comparaison à Djuttitsa (Province de l'Ouest).

La sélection est restée en dormance à Tolé jusqu'en 1980, alors qu'en 1977, elle était étendue à Ndu et poursuivie à Djuttitsa.

Les essais en cours à la plantation de Tolé ont permis, en 1982, d'isoler les clones suivants pour leur production : N^{os} 2046, 1748, 459, 457 et 671.

Rendement des clones sélectionnés de Tolé en première année de cueillette

Clone	Kg/ha/an de thé sec
2 046	1 817
1 748	1 599
459	1 498
457	1 404
671	1 399

A Ndu, la sélection a débuté par la reprise d'un ancien jardin polyclonal planté en 1971, où cent quatre-vingt sept candidats arbres-mères ont été sélectionnés sur leur morphologie et leur aptitude à la fermentation. Les arbres ont été cueillis individuellement et subiront le test d'enracinement. D'autre part des clones sélectionnés à Tolé ont été introduits en 1981, et des clones de Djuttitsa le seront en 1982/83.

A Djuttitsa, le « Projet Thé » a débuté avec une cinquantaine de clones sélectionnés dans les cinq premiers essais clonaux, mais actuellement une quinzaine de clones sont encore multipliés, après élimination des arbres-mères n'ayant pas eu un bon comportement en pépinière industrielle.

Il y a toujours huit essais clonaux en observations qui permettent d'identifier de nouveaux clones et de vérifier la valeur des clones retenus pour le projet.

L'essai 9 confirme la bonne tenue des clones sélectionnés en 1977, pour le lancement du projet. D'autres clones, non repris ci-dessous, ont également une grande valeur et notamment les numéros 1 932, 71, 1 532, 6 884, 2 284, 472 808 et 1 155.

Enfin, une sélection générative a commencé par l'installation de jar-

dins semenciers polyclonaux dans les trois plantations de la CDC. Ces jardins semenciers permettront la production de semences clonales, mais aussi serviront de base à une nouvelle sélection végétative.

D. Bonheure

Liste des clones bons producteurs dans les essais numéros 6, 7, 8 et 9 (kg/ha/an de thé sec)

Essais	Clones	Production moyenne après	
		2 ans	4 ans
6	211		1 070
	3 624		994
	658 SR		1 014
	652		1 025
	1 361		1 085
	1 038		1 008
	3 521		979
	2 548		1 008
7	925 (+)		1 453
	1 379		1 355
	1 259		1 296
	1 164		1 247
	2 991		1 241
	3 131		1 241
8	3 440		1 264
	3 515		1 210
	1 127		1 162
9	548 (+)	1 222	
	671 (+)	1 207	
	301 (+)	1 197	
	415	1 176	
	454 (+)	1 118	
	434 (+)	1 107	
	1 955 (+)	1 054	

(+) Clones retenus pour le projet en 1977.

Les activités d'ingénierie à l'IRCC

Sous ce vocable on peut rassembler les activités liées directement au développement, à l'exclusion de celles tournées vers la recherche ou la formation.

Même si la vocation première de l'IRCC est la recherche, on ne peut oublier qu'il s'agit essentiellement d'une recherche orientée vers des applications à terme rapproché, et les chercheurs et ingénieurs de l'institut sont les mieux placés pour faire bénéficier les utilisateurs éventuels des plus récentes techniques mises au point par la recherche et susceptibles d'être appliquées au développement.

Au fur et à mesure que la recherche progresse, ces utilisateurs, qu'ils soient du secteur public ou parapublic (organismes de financement : BIRD, FED, FAC, CCCE, ministères, offices gouvernementaux, caisses de stabilisation, bureaux d'études), ou du secteur privé (industriels, sociétés d'ingénierie, planteurs ou fédérations de planteurs) font de plus en plus appel à l'assistance de l'IRCC. C'est ainsi que le nombre d'études exécutées dans ce domaine chaque année en moyenne a plus que triplé pendant la période 1975-1982 par rapport à la période 1963-1974.

En vingt ans plus de 130 opérations ont ainsi été menées sous la responsabilité ou avec la participation de l'IRCC, intéressant 44 pays (26 en Afrique, 9 en Amérique et 9 en Asie-Océanie).

Dans l'ensemble, on peut les classer en trois grandes catégories.

Les études agronomiques ponctuelles : centres de bouturage café, champs semenciers cacao, planta-

tions pilotes, blocs agro-industriels. Ces études, qui représentent environ 5 % en nombre des marchés, peuvent aussi bien se cantonner au seul aspect technique que s'étendre à l'aspect économique. Dans certains cas il est demandé à l'IRCC d'en assurer la réalisation matérielle.

Les études technologiques ponctuelles, qui constituent 20 % du nombre des études. Il s'agit essentiellement d'installations de traitement des produits : usines à café, ateliers de fermentation et de séchage du cacao. Les projets comportent en général la définition du procédé, l'implantation et le descriptif des matériels, éventuellement les calculs de génie civil, et l'estimation des coûts (investissements et fonctionnement). L'IRCC peut, à la demande, rédiger les appels d'offre et procéder à la mise en route et aux réglages.

Notons, dans ce domaine de la chimie-technologie, que l'IRCC a également été sollicité pour la conception de laboratoires d'analyse et de conditionnement des produits.

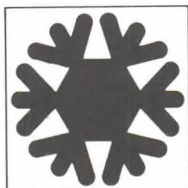
C'est cependant pour les **projets de développement** que l'IRCC est le plus souvent consulté. Ces projets peuvent intéresser une ou plusieurs des productions stimulantes qui relèvent de l'institut : café, cacao, thé ou cola, seules ou associées à d'autres spéculations, et relèvent généralement de disciplines différentes : agronomie, pédologie, sélection, défense des cultures, technologie, économie, sociologie. Les études demandées peuvent se limiter à l'identification du projet ou aller jusqu'à la factibilité. Les interventions de l'IRCC peuvent s'effectuer

avec ses seuls agents ou au sein d'une équipe faisant intervenir d'autres organismes (bureaux d'études par exemple), et sont susceptibles de prendre des formes diverses : pilotage de l'étude ou mise à disposition d'experts (missions ou détachements de longue durée), études en laboratoire, suivi de la réalisation du projet. La grande souplesse de gestion et d'administration de l'IRCC lui permet de se plier à toutes les circonstances.

Il faut souligner que l'ambition de l'IRCC n'est pas de se substituer aux sociétés de développement ou bureaux d'études existants, mais au contraire de leur apporter l'appui scientifique et technique dont ils peuvent avoir besoin.

En effet, l'IRCC n'a pas à proprement parler de bureau d'études, sauf en technologie, mais, même dans ce dernier cas, ce sont les chercheurs ou les ingénieurs chargés de l'administration de la recherche qui participent aux études. Ceci présente des inconvénients et des avantages. Les inconvénients, qui proviennent en particulier de la difficulté de dégager de son travail normal l'expert le plus compétent pour une étude qui peut se prolonger sur plusieurs semaines, sont largement compensés par l'obligation qui est ainsi faite aux agents de l'IRCC de reprendre périodiquement contact avec les réalités du développement. C'est une assurance que leurs activités resteront orientées dans le sens voulu : le progrès de l'agriculture tropicale, en tenant compte du contexte technique, social et économique dans lequel elle évolue.

M. Belin



frical



**Sté
Bourdon
Albarit
Borel**

- Cellules climatiques
- Chambres conservation graines
- Phytotrons
- Climatisation

*Nombreuses références
INRA - GERDAT*

Installations - Dépannages

Avenue des Broutières
84130 LE PONTET - AVIGNON
Tél. (90) 31.11.68 - 31.07.88

SITRAM

Un armement moderne, dynamique, diligent
au service de vos marchandises

SITRAM

Pour mieux vous servir, a enrichi sa flotte
de neuf navires polyvalents qui bénéficient
des plus récents progrès techniques

SITRAM

Le spécialiste du transport maritime sur mesure
est à votre disposition
pour tous vos problèmes de transport

**61 agents, répartis dans 20 pays
pour vous servir**

SITRAM

**SOCIETE IVOIRIENNE
DE TRANSPORT MARITIME**

01 - B.P. 1546 ABIDJAN 01
Tél. 36.92.00 - 35.03.12
Télex 42254 SITRAMS

SOCIETE NOUVELLE

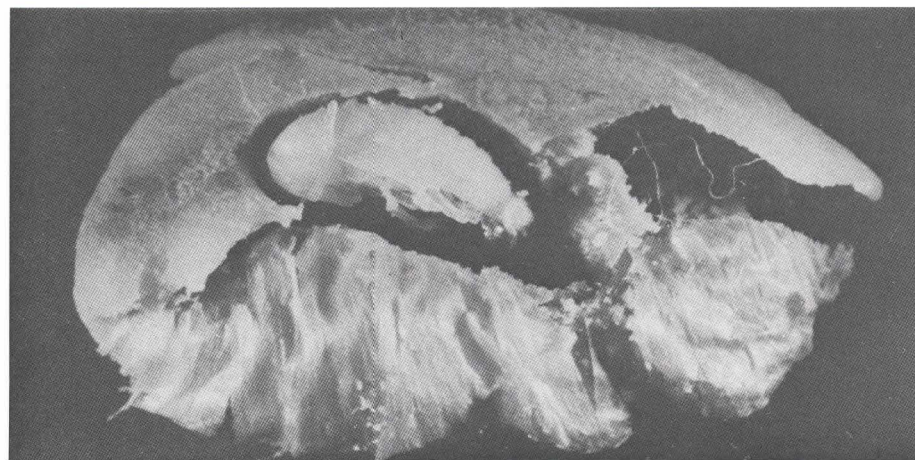
SIFCA

CAFÉS

CACAOS

Société au Capital de 1 000 000 000 CFA
01 Abidjan (Côte d'Ivoire) B.P. 1289
Tél. : 32.00.66 (6 lignes groupées) télex 3753 SIFCA

Les insectes des stocks de cacao et de café



Nymphe d'Araecerus fasciculatus dans la logette creusée dans un grain de café
(Cl. Decazy)

Le problème d'une meilleure conservation des denrées stockées est en quelques années devenu d'une actualité croissante, car on s'est rendu compte que les pertes dues aux insectes atteignaient, surtout dans les pays en voie de développement, des niveaux inquiétants.

Bien que les cacaos et surtout les cafés ne soient pas des denrées particulièrement recherchées par les insectes, du moins dans les conditions normales de conservation, il peut être prudent de reconsidérer la question devant les perspectives de stockage de longue durée qu'une production surabondante risque d'imposer aux pays exportateurs. Si, en effet, comme tout porte à le croire, ces denrées sont entreposées au voisinage des ports d'embarquement, là précisément où les températures et les degrés hygrométriques élevés sont très propices aux pullulations des espèces dangereuses, les dégâts susceptibles d'être causés par les insectes et les moisissures peuvent croître dangereusement avec le temps.

Actuellement, il peut arriver qu'une partie de la récolte soit stockée six mois et plus, mais dans le cas de report de commercialisation d'une campagne à l'autre ce laps de temps serait très largement dépassé. En pareil cas, les dégâts augmentent à la fois par le jeu de la multiplication des insectes d'une génération à l'autre et par le fait que la denrée elle-même devient de plus en plus vulnérable et attractive, perte de siccité et dégâts antérieurs ouvrant autant de brèches aux espèces nuisibles qui

ont de la difficulté à s'établir sur une marchandise saine.

Les espèces les plus fréquemment rencontrées sont :

- pour le cacao :
Lépidoptères : *Cadra cautella*, *Corcyra cephalonica*.
Coléoptères : *Tribolium* spp., *Lasioderma serricorne*, *Araecerus fasciculatus*, *Ahasverus advena* ;
- pour le café :
Coléoptères : *Araecerus fasciculatus*, *Tribolium* spp., *Carpophilus*.

Un bon séchage, condition préliminaire à tout bon stockage

On ne redira jamais assez que le meilleur moyen de maintenir une denrée en bon état de conservation dépend essentiellement d'un séchage correct.

Le cacao ne devrait pas dépasser 7 à 8 % en teneur en eau, le café 12 %.

A cet égard, il y aurait fort à dire, car dans plusieurs pays africains on a pu observer des fèves de cacao dont la teneur en eau dépassait 12 %, ce qui permet à diverses espèces de moisissures de se développer avec, en accompagnement, toute une faune mycétophage ou détritiphage associée à ce milieu.

Des magasins propres et bien conditionnés

Une infestation de lots de café ou de cacao peut provenir d'une marchandise initialement contaminée ou encore être la conséquence de locaux mal nettoyés et recelant dans

les interstices des planches ou des murs des formes de conservation d'insectes qui évolueront dès que les conditions trophiques leur redeviendront favorables.

Aussi faut-il veiller avec le plus grand soin à l'élimination des déchets et poussières et au besoin effectuer avant l'introduction des lots une désinsectisation des murs et des sols.

Méthodes de lutte

Malgré les précautions énoncées ci-dessus et surtout en cas de stockage de longue durée la désinsectisation chimique s'imposera néanmoins dans de nombreux cas.

Dans le cas d'infestations légères, on peut pratiquer des traitements externes, c'est-à-dire faisant intervenir des insecticides qui se répandent dans l'atmosphère des entrepôts et à la surface des denrées entreposées. (Type fumigation à base de pyréthrine ou de pyréthrinoïdes de synthèse ou encore de dichlorvos.)

Pour les infestations plus graves, la méthode classique et la plus efficace est celle faisant appel aux fumigations à base de bromure de méthyle sous forme gazeuse ou encore à l'emploi de phosphore d'alumine en comprimés injectés dans la masse.

D'autres possibilités, avec ou sans utilisation d'insecticides, sont offertes par la conservation des fèves en enceintes étanches sous vide partiel (type Capatainer).

E.M. Lavabre

SIVOMAR

UNIQUE ARMEMENT NATIONAL PRIVÉ IVOIRIEN

**Partenaire n° 1
des échanges maritimes
Côte d'Ivoire - Méditerranée -
Extrême-Orient.**

Agents SIVOMAR

SÉNÉGAL

DAKAR
SOMICOA
17, rue Huart
B.P. 55
Tél.: 217 127
Télex: 495-546

ESPAGNE

BARCELONA
SAMUEL M. BULL S.A.
5, via Layetana-BARCELONA 3
Tél.: 319.15.50
Télex: 54731/52983
Câble BULL

VALENCE

TRANSBULL VALENCIA S.A.
Avenida Manuel SOTO
INGENIERO, 15 - VALENCIA 11
Tél.: 367.58.54
Télex: 64330
Câble TRANSBULL

MADRID

TRANSOCEAN MARITIMA
Samuel BULL S.A.
Torre de Madrid, Princesa 1
MADRID 13
Tél.: 247.89.00
Télex: 23159/27450/22131
Câble TRANSBULL MADRID

FRANCE

MARSEILLE
AMARTRANS
Immeuble Europrogramme
40, bd de Dunkerque
13002 MARSEILLE
Tél.: 91.37.27
Télex: 400098

SÈTE

SCAC
3, quai d'Alger
B.P. n° 16 - 34202 SÈTE
Tél.: 74.33.63
Télex: 480047
Câble FREIGHT

ITALIE

GÈNES
HUGO TRUMPY
10, via San Siro
I - 16124 GÈNES
Tél.: 28.40.91
Télex: 270073/270074/271526
Câble HUGOTRUM GÈNES

LIVOURNE

HUGO TRUMPY
Via Buontalenti 91/58
I - 57100 LIVOURNE
Tél.: 21167, 21168
Télex: 572637
Câble HUGOTRUM LIVOURNE

SALERNE

HUGO TRUMPY
24, via Medina
I - 80133 NAPLES
Tél.: 32.14.61 - 32.09.78
Télex: 710023
Câble HUGOTRUM NAPLES

VENISE

G. RADONICICH AND C°
Riva Schiavoni, 4150
I - 30100 VENEZIA
Tél.: 706.755
Télex: 410029
Câble RADONICICH

RAVENNE

MARITTIMA RAVENNATE SPA
Via Carducci, 23
48100 RAVENNA
Tél.: 34209
Télex: 550183
Câble MARITTIMA

JAPON

TOKYO
MITSUI OSK Lines Ltd.
3-3 Akasaka 5 chome
MINATOKU-TOKYO 107
Tél.: 584 51 11
Télex: 22266



BP 1395 ABIDJAN - Côte d'Ivoire
Tél. 32.73.23 (5 lignes groupées).
Télex: 2226, 2373, 3880, 3877 SIVOMAR
Câble: SIVOMAR Abidjan.

SAN PEDRO
BP n° 347 - Tél. 71.17.63
Télex: 9912 «Att. SIVOMAR»
Câble FREIGHT San Pedro

Representation pour la Méditerranée 40, bd de Dunkerque - 13002 Marseille
Tel 91 30 28 - Telex 440264

La démarche de l'institut de recherches du café et du cacao dans la recherche des systèmes de production à base de cultures pérennes, en zone forestière

Dans les pays producteurs de café ou de cacao où interviennent les chercheurs de l'IRCC les principales caractéristiques de la caféiculture et de la cacaoculture sont les suivantes :

— Ces deux cultures se situent généralement en zone de forêt, en climat chaud et humide, soumis à une pluviosité abondante et bien répartie (au moins 1 200 à 1 500 mm par an).

— Ces productions sont le fait de petits agriculteurs et les superficies plantées en caféiers et/ou en cacaoyers dépassent rarement la dizaine d'ha par exploitation.

— Le mode de culture est plutôt extensif, la productivité faible et très peu de paysans africains pratiquent la monoculture.

— Ces cultures s'intègrent dans un système de production où interviennent aussi d'autres cultures pérennes et des cultures vivrières.

Pour tenir compte de ces observations et des objectifs de développement agricole des pays où coopère l'IRCC, les recherches de notre institut, tout en mettant l'accent sur l'amélioration de la production et de la qualité des produits, ont depuis plusieurs années intégré dans leur méthodologie une approche « systèmes de production en zone forestière », afin de faciliter la vulgarisation des résultats obtenus en milieu paysan.

Objectifs de la recherche en systèmes de production à base de cultures pérennes en zone forestière. Compétition ou complémentarité entre les cultures dites « industrielles » et les cultures vivrières ?

Depuis quelque temps les cultures dites « industrielles » sont accusées de s'être accrues aux dépens des cultures vivrières et au détriment du développement des pays qui les ont pratiquées. D'abord le terme « cultures industrielles » est à notre sens inopportun, puisque ces cultures sont pratiquées par de petits paysans, sur de faibles surfaces, et il vaut mieux parler, du moins en ce qui concerne la caféiculture et la cacaoculture, de cultures d'exportation ou de cultures de rente. Ensuite, défendre une telle thèse semble relever d'une certaine méconnaissance des réalités du paysan, en zone forestière. En effet, dans ces espaces écologiques africains, les productions vivrières ont toujours été associées au sein des exploitations villageoises aux cultures pérennes. Certains pays connaissent même globalement une surproduction de ces produits alimentaires, avec cependant une production très inégalement répartie dans le pays : en excès dans les zones sous peuplées, elle fait défaut dans les grands centres urbains. Le problème qui se pose alors n'est plus celui de la production, mais celui de la commercialisation au sens large (politi-

que des prix, distribution, stockage...).

On estime par exemple que la Côte d'Ivoire produirait 1,3 million de tonnes de bananes plantains, alors que seulement la moitié serait commercialisée ; il en est de même pour l'igname, et sans doute pour de nombreux autres produits vivriers, qui, en surabondance dans les zones de production, ne parviennent pas en quantités suffisantes dans les grands centres de consommation.

Parler de concurrence entre cultures vivrières et cultures d'exportations est donc à notre sens injustifié, et il nous paraît préférable de parler plutôt de complémentarité, non seulement au niveau de l'exploitation agricole, mais aussi au niveau de l'économie globale d'une région ou d'un pays. En effet, si les cultures vivrières doivent contribuer à l'autosuffisance alimentaire (d'une famille, d'une région, d'un pays, voire d'un ou de plusieurs continents), les productions d'exportation permettent d'obtenir les ressources monétaires nécessaires à l'achat des biens de consommation courante, des biens d'équipement, à la création d'infrastructures économiques, sociales et culturelles, et sont donc facteurs de développement micro ou macroéconomique.

Cette complémentarité doit trouver son équilibre soit au sein de l'exploitation agricole elle-même, soit au

sein d'un espace rural défini. La recherche en système de production est un des outils qui doit aider à proposer aux paysans des modes d'exploitations cohérents avec leurs impératifs socio-économiques, à un moment donné.

Les recherches de l'IRCC dans le domaine des systèmes de production en zone forestière.

Un système de production n'est pas un ensemble figé, mais évolutif. Actuellement, l'agriculture africaine est encore dominée par un mode d'exploitation traditionnel. Elle doit évoluer vers un système plus moderne tenant compte des nouveautés agronomiques (variétales, techniques...) et des impératifs socio-économiques actuels (diminution de la disponibilité en terre, raréfaction de la main-d'œuvre agricole et élévation de son coût, stagnation ou diminution même des cours des produits agricoles face à l'augmentation constante du prix des intrants en agriculture, modification par endroit des données climatiques). Ce système devra, dans le futur, se modifier sans doute pour répondre aux besoins du moment.

Depuis plusieurs années, les chercheurs de l'IRCC se préoccupent d'étudier des systèmes de production reposant sur les cultures pérennes dont ils ont la charge, mais associant les cultures vivrières en fonction des facteurs de production (terre, main-d'œuvre, capital) disponibles au niveau de l'exploitation, et compte tenu des contraintes régionales.

Les recherches conduites dans ce domaine par les agronomes en zone forestière ont comme objectifs principaux :

— D'intensifier la caféiculture et la cacaoculture. Il semble en effet préférable de produire 1 t de café sur un ha, que 330 kg par ha sur trois ha (économie de terre, de main-d'œuvre...).

— De stabiliser en même temps et d'intensifier les cultures vivrières, grandes consommatrices d'espace dans les systèmes traditionnels où chaque année de nouvelles surfaces sont défrichées afin de cultiver sur des terres vierges.

— D'utiliser rationnellement le sol et la main-d'œuvre disponible à chaque époque de l'année.

— Enfin, de promouvoir la mécanisation là où elle est (ou devient) possible.

Cette démarche doit contribuer à :
— Assurer une certaine pérennité de la forêt, par la rationalisation des

terres cultivées, afin de protéger l'environnement dans ses aspects écologiques, bioclimatiques et pédologiques.

— Améliorer la couverture des besoins alimentaires (en fonction des habitudes locales), par l'intensification des cultures vivrières dans un ensemble d'utilisation rationnel des facteurs de production de l'exploitation.

Notre propos n'est pas de décrire ici les différentes expérimentations en cours dans différents pays (Côte d'Ivoire, Togo, Cameroun, Gabon), mais de les citer en indiquant les objectifs recherchés.

L'association des cultures vivrières aux jeunes plantations de caféiers ou de cacaoyers.

Le but est ici de rentabiliser pendant deux à trois années l'investissement réalisé pour une plantation caféière ou cacaoyère, alors que ces cultures ne sont pas encore entrées en production. Il s'agit de déterminer les plantes vivrières compatibles avec les habitudes alimentaires locales (et leurs rotations), qui assurent un revenu maximal aux planteurs, tout en concurrençant le moins possible la plante pérenne. Ce système permet une économie de terrain, une économie de main-d'œuvre (l'entretien assuré aux cultures vivrières et à la culture pérenne est le même) et sans doute quand ils sont employés, une meilleure rentabilisation des intrants agricoles (engrais, pesticides).

Dans le même ordre d'idée, en caféiculture, lorsque la taille quinquennale est pratiquée, la présence d'une plante vivrière intercalaire l'année du recépage est étudiée.

La stabilisation des cultures vivrières au sein d'une plantation de culture pérenne.

L'objectif ici est de stabiliser les surfaces utilisées pour les cultures vivrières à l'intérieur d'une surface déterminée et compatible avec les autres facteurs de production d'une exploitation familiale. Des dispositifs de bandes alternées de cultures pérennes et vivrières sont mis en place. Il s'agit de déterminer, en fonction de la main-d'œuvre disponible, des époques de travaux, des rotations possibles, l'optimum de production pour un ensemble culturel structuré, rationnel et mieux adapté à la modernisation agricole.

Conclusion.

Cette action de recherche sur les systèmes de production à base de cultures pérennes en zone forestière

est conduite par les agronomes de l'IRCC, en association avec les autres spécialistes d'un domaine de la recherche ou du développement agricole.

Par exemple, en Côte d'Ivoire, ces études sont réalisées en liaison avec les chercheurs de l'IRAT, de l'IRFA en ce qui concerne les problèmes variétaux et de techniques culturelles propres aux cultures vivrières, avec les agro-économistes du CIRES pour les données socio-économiques des périmètres ruraux concernés, avec les ingénieurs de la SATMACI (autrefois de l'ARSO et de l'AVB) pour répondre aux objectifs du développement. Les bases de multiplication et vulgarisation (BMV) de San Pedro et de Zagné ont été créées en 1970, en partie pour favoriser ce type d'expérimentation.

Les résultats obtenus en milieu maîtrisé ont permis de faire des recommandations aux sociétés de développement agricole et de vulgariser certaines techniques culturales. Il faut cependant garder constamment à l'esprit que ce type de recherches est long et jamais définitif, car il s'adresse à un milieu rural très évolutif et non stabilisé. En effet, le niveau d'instruction (et de réceptivité) des agriculteurs africains augmente, les contraintes relatives aux facteurs de production s'accroissent, les techniques de production se modernisent et l'ensemble de ces éléments provoque une évolution continue qu'il n'est pas toujours aisé d'encadrer. L'exemple de l'évolution considérable du monde agricole français ces quarante dernières années est là pour le rappeler.

La création récente de sociétés de développement régionales (et non plus sectorielles), l'élaboration de projets de développement intégré permettent d'espérer dans les années à venir un accroissement des recherches en système de production, avec sans doute une amélioration des études en milieu rural contrôlé, une interaction plus soutenue des différents spécialistes de l'agronomie tropicale et l'établissement d'un réseau permanent d'informations « aller-retour », indispensable à l'évolution de ces systèmes.

J.-L. Caminade

NB. : IRAT : Institut de Recherches Agronomiques Tropicales.

IRFA : Institut de Recherches sur les fruits et agrumes.

SATMACI : Société d'Assistance technique pour la Modernisation de l'Agriculture en Côte d'Ivoire.

ARSO : Autorité pour la région du Sud-Ouest (de Côte d'Ivoire).

AVB : Autorité pour la vallée de Bandama (Côte d'Ivoire).

La sélection du cacaoyer dans les pays francophones d'Afrique - Etat actuel des travaux et perspectives d'avenir



*Acclimatation des boutures de cacaoyer après repiquage, sous tunnel en matière plastique
(Cl. Capot, Côte d'Ivoire)*

Les États d'Afrique francophone représentent aujourd'hui 58 % de la production africaine de cacao marchand avec, en tête, la Côte d'Ivoire, premier producteur mondial qui a franchi la barre des 450 000 tonnes pour sa campagne 1981/1982. La production africaine représente elle-même 61 % de la production mondiale.

Ces chiffres témoignent de la remarquable efficacité des programmes de développement de la cacaoculture établis par les gouvernements de ces États. Au sein de ces programmes, les travaux de recherches appliquées revêtent une importance particulière, notamment dans le domaine de la génétique, puisque le succès des opérations d'extension ou de replantation repose avant tout sur le choix du matériel végétal employé.

Les travaux de recherches sur la sélection du cacaoyer ne furent entrepris dans les anciens territoires français d'Afrique qu'après la seconde guerre mondiale, en 1946 en Côte d'Ivoire et en 1949 au Cameroun. Après l'indépendance, les gouvernements de ces États décidèrent de confier la poursuite et le développement de ces travaux à l'IFCC qui prit ainsi la relève des services de l'Agriculture, en 1960 en Côte d'Ivoire, en 1961 à Madagascar et en 1964 au Cameroun. En 1967, le Gabon, la République Centrafricaine et le Congo Brazzaville bénéficiaient du premier matériel végétal sélectionné au Cameroun. La même année, le gouvernement du Togo signait une convention pour l'établissement d'une cellule de recherche IFCC dans son pays.

Le schéma général de sélection a, pour objectif, la diffusion auprès des planteurs de semences de cacaoyers à haut potentiel de production et adaptés aux conditions agroécologiques d'implantation. Ce schéma comporte différentes étapes fondamentales, qui sont l'établissement d'une collection, la sélection clonale, l'hybridation et l'évaluation des descendances interclonales, enfin la diffusion des meilleures de ces descendances.

La collection de cacaoyers, véritable banque de gènes pour le sélectionneur, comporte non seulement les arbres repérés dans la cacaoyère nationale et dans les stations expérimentales locales ou étrangères, mais également le plus grand nombre possible de variétés introduites à partir des différentes régions d'origine de la plante. Elle comprend ainsi des Forastero d'Amazonie (Haut-Amazoniens et Amelonado), des Criollo d'Amérique Centrale et des Trinitario du nord de l'Amérique du Sud, cette dernière origine constituant elle-même une population hybride issue de croisements entre Forastero et Criollo. A ces *Theobroma cacao* L. s'ajoutent d'autres *Theobroma* d'espèces différentes, destinés aux études génétiques particulières.

La seconde étape du programme est l'évaluation des cacaoyers de la collection. Les individus sont multipliés par bouturage et constituent ainsi différents clones qui sont alors mis à l'épreuve en essais comparatifs clonaux pour leur comportement agronomique de rendement et de vigueur. Simultanément, leurs caractéristiques génétiques sont étudiées notamment en ce qui concerne le rythme et l'intensité de leurs floraisons, la grosseur et la qualité de leurs fèves et leur comportement vis-à-vis des maladies et des attaques d'insectes.

Cette sélection clonale aboutit aujourd'hui à l'obtention de cultivars dont on cherchera à associer les qualités par hybridation.

La création et l'évaluation d'hybrides interclonaux constituent en effet l'étape suivante ; c'est la sélection générative. Le cacaoyer étant une plante hautement hétérozygote, la recherche de la meilleure association possible des caractères au sein d'une même descendance nécessite la réalisation d'un grand nombre de croisements. Les familles hybrides de première génération obtenues par croisements contrôlés sont implantées en essais comparatifs d'hybrides multilocaux. L'analyse des caractéristiques de vigueur, de floraison, de productivité, de grosseur et de qualité des fèves est poursuivie sur une dizaine d'années et permet alors d'établir une classification des familles les unes par rapport aux autres.

A ces observations essentiellement axées vers la recherche d'une expression optimale de la productivité et de la qualité s'ajoutent les études du comportement de ces hybrides vis-à-vis des attaques des principaux insectes ravageurs, et notamment des mirides, grands prédateurs très largement répandus dans tous les pays africains producteurs de cacao, vis-à-vis également des infections par le *Phytophthora palmivora* Butl. responsable de la pourriture brune des cabosses, en particulier au Cameroun et de plus en plus au Togo, ou encore vis-à-vis des infections par le virus du « swollen shoot », particulièrement étudié au Togo.

Les croisements entre les clones parents pour l'obtention des descendance hybrides ainsi sélectionnées sont réalisés à l'échelle industrielle dans des champs semenciers biclonaux, dont les cabosses sont distribuées aux planteurs par l'intermédiaire des organismes nationaux de développement : SATMACI en Côte d'Ivoire, SRCC au Togo et SODECAO au Cameroun. C'est l'ultime étape du programme représentée actuellement par la diffusion de semences d'hybrides de type Haut-Amazoniens par Amelonado et Haut-Amazoniens par Trinitario.

Ces hybrides doubles ont une vigueur et une précocité tout à fait remarquables : leur première récolte intervient deux ans après leur implantation. Ils ont un potentiel de production de 2 t de cacao marchand à l'hectare dès la quatrième année de plantation. Les données les plus récentes montrent qu'en particulier les descendance issues

de croisements de type Haut-Amazonien d'origine (Nanay, Parinari, Iquitos, Scavina...) par Amelonado Ouest Africain présentent les meilleurs résultats. L'écart est donc largement creusé par rapport aux cacaoyères traditionnelles, dont les rendements oscillent, selon les pays, entre 250 et 500 kg de cacao marchand à l'hectare en plantation adulte.

Ce programme, défini ici dans ses grandes lignes, se poursuit d'année en année avec les introductions de nouvelles variétés dans la collection et avec les nouvelles hybridations régulièrement réalisées pour la recherche de cultivars toujours plus productifs et plus résistants aux aléas.



Jeune cacaoyer hybride de type Amazonien × Amelonado, huit mois après la plantation
(Cl. Mossu, Côte d'Ivoire)

Le potentiel de cette plante peut être encore largement exploité non seulement par l'élargissement de la gamme génétique disponible, les pays producteurs d'Afrique francophone pourront à cet égard disposer très prochainement des variétés sauvages actuellement collectées et évaluées en Equateur sous l'égide de l'Alliance des Chocolatiers de Grande-Bretagne et de l'INIAP (1), mais aussi et surtout par une plus grande précision quant au choix des parents à hybrider afin d'obtenir plus sûrement l'association des caractères les plus performants.

Une nouvelle voie de recherche est actuellement étudiée dans ce sens en Côte d'Ivoire avec la création d'une collection de cacaoyers homozygotes obtenus par duplication chromosomique artificiellement provoquée sur des individus haploïdes. Ces cacaoyers dihaploïdes, actuellement en cours d'évaluation génétique et agronomique, devraient permettre d'associer, par hybridation, les caractères dominants les plus intéressants qui se retrouveront dans toute la descendance, en principe parfaitement homogène.

Enfin, les importantes variations des rendements très généralement observées d'une année sur l'autre dans les parcelles d'hybrides, montrent qu'une trop grande part du potentiel de la plante demeure incontrôlée. En effet, dans les conditions actuelles de culture, la pollinisation et la fécondation des fleurs se révèlent comme des événements à très faible probabilité ; au très grand nombre de fleurs produites par chaque arbre ne correspond qu'une très petite quantité de cabosses. Des études très récentes ont donc été entreprises en Côte d'Ivoire, et vérifiées au Cameroun puis au Togo, sur la biologie florale et sur la fertilité du cacaoyer, mettant en évidence et évaluant avec une grande précision tous les paramètres qui interviennent entre l'apparition de la fleur et la récolte de la cabosse mûre.

Il est désormais possible, dans l'analyse de la production, de séparer les parts respectives revenant aux méthodes culturales, aux conditions de pollinisation et aux qualités génétiques du matériel mis à l'épreuve. Deux nouveaux critères de sélection ont été ainsi définis : le nombre moyen d'ovules par ovaire et le point de flétrissement différentiel, qui représente le nombre minimum de graines nécessaires au maintien et au développement du fruit sur l'arbre. Ces données récentes ont permis la mise en œuvre de nouvelles recherches visant à apporter toutes les améliorations génétiques et agronomiques susceptibles de favoriser la pollinisation et la fécondation des hybrides.

G. Mossu

(1) INIAP : Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, (Equateur).

Utilisation de l'haploïdie pour l'amélioration génétique du cacaoyer



Plant haploïde âgé de trois ans, obtenu par greffage sur porte-greffe diploïde (Cl. Dublin)

La sélection actuelle du cacaoyer en Côte d'Ivoire consiste à isoler des couples de bons géniteurs dont la descendance hybride sera vulgarisée par semences. Pour cela, on recrée naturellement la combinaison sélectionnée par mise en place de champs semenciers biclonaux dont le clone femelle est auto-incompatible.

Les géniteurs utilisés dans ces combinaisons sont des variétés de Haut-Amazoniens associées soit aux variétés Amelonado, soit aux hybrides Trinitario. Ce schéma d'amélioration, et la biologie de la plante, amènent plusieurs remarques :

— Les aptitudes spécifiques à la combinaison seules sont ici sélectionnées ; étant donné l'impossibi-

lité matérielle de faire plusieurs générations d'autofécondations pour homogénéiser le génome (existence de systèmes d'auto-incompatibilité, et longueur du cycle de la plante), une sélection des bonnes « balances internes » des géniteurs ne peut être faite.

— Du fait du mode de reproduction exclusivement allogame des variétés de Haut-Amazoniens, leur degré d'hétérozygotie est élevé ; les descendances seront donc très hétérogènes. De plus, les caractères intéressants repérés chez les géniteurs ne seront pas transmis aux descendants avec un maximum d'efficacité.

Ces constatations nous ont amenés à envisager un autre schéma de sélection, qui s'appuie sur la création de géniteurs homozygotes obtenus après doublement à la colchicine du nombre de chromosomes de plantes haploïdes.

Ce nouveau type de matériel végétal permet de fixer immédiatement les combinaisons de caractères d'un hybride et d'éliminer les génotypes mal équilibrés au niveau gamétique. Il permet de repérer des caractères particuliers, intéressants pour la sélection (tolérance aux aléas, auto-compatibilité...) et de transmettre à la descendance hybride entière les allèles qui les portent ; ceci est dû au fait qu'un seul type de gamètes est produit par ces dihaploïdes. Ceci apporte un autre avantage : celui de créer des descendances plus homogènes, élément important pour les plantations.

Jusqu'à présent, ces plantes haploïdes ont été obtenues par voie spontanée dans les semis. Leur repérage se fait tout d'abord sur des caractères morphologiques qui leur sont propres : petites feuilles d'aspect cloqué, plante en « rosette » ; un contrôle cytologique du nombre de chromosomes est ensuite fait sur ces plantes qui ont dix chromosomes si elles sont haploïdes. Leur transformation à l'état diploïde se fait par traitement du méristème terminal sur lequel est déposé pendant

48 heures un coton imbibé d'une solution de colchicine à 0,15 %.

Le taux d'apparition des haploïdes spontanés varie d'un génotype à l'autre de 0 à 1 %, mais est le plus souvent de l'ordre de 1 %. Étant donné ces taux d'obtention très faibles et qui peuvent même être nuls pour certains génotypes, un programme de recherche d'haploïdes par culture *in vitro* (androgenèse et gynogenèse) est en cours.

La pression de sélection naturelle, sans doute très forte dans les premiers stades de développement, se poursuit jusqu'à l'établissement du dihaploïde en plein champ : selon les génotypes, de 2 à 20 % d'entre eux se maintiennent en vie à l'état dihaploïde, quatre ans après leur obtention.

Une collection d'environ 120 génotypes a été ainsi constituée et a permis d'effectuer depuis deux ans les premiers croisements, en les utilisant comme géniteurs.

Outre l'intérêt que présentent directement ces dihaploïdes pour la sélection de semences améliorées, ils constituent aussi un matériel de choix pour mieux connaître la biologie de la plante et l'hérédité de ces caractères et, par là, aider à mieux cerner les problèmes d'amélioration.

C. Lanaud



Davantage de cacao malgré beaucoup de déprédateurs

Dans les 50 dernières années, la production annuelle de fèves de cacao est passée de 130.000 tonnes à plus d'un million de tonnes. Cette augmentation de production est due d'une part, à une extension de la culture, et d'autre part, à une protection phytosanitaire rationnelle.

Le cacaoyer affectionne particulièrement les conditions climatiques de la forêt tropicale humide. Dans cette zone, se multiplient également ses ennemis: punaises et champignons. Le piqûres

d'insectes permettent aux maladies de s'installer. Des pertes de récolte jusqu'à 60% en étaient souvent la conséquence. Les produits phytosanitaires Bayer, comme [®]UNDENE ou [®]CUPRAVIT, sont aujourd'hui là pour réduire les dégâts dans une très large mesure. Nos insecticides et fongicides modernes assurent non seulement un rendement élevé. Ils améliorent aussi la qualité de la récolte.

Vous aussi, faites confiance pour lutter contre les parasites du cacaoyer à des

produits éprouvés et confirmés: produits marqués du symbole Bayer.

Protéger les cultures, c'est servir l'humanité.

Division
Phytosanitaire

Bayer



L'étude de la biologie florale du cacaoyer en vue de l'augmentation de la productivité

La création d'un laboratoire de biologie florale à l'IFCC remonte à 1978. Elle s'est avérée indispensable pour la poursuite des travaux d'amélioration du cacaoyer. Son objectif est de mieux connaître les processus liés directement à la production tels que la floraison, la pollinisation, la fécondation, la nouaison et enfin la maturation des cabosses. Ainsi, une meilleure connaissance d'une part de la physiologie de l'arbre et d'autre part de l'influence des aléas extérieurs permettra de mieux apprécier les potentialités du cacaoyer, d'affiner les méthodes de sélection et d'adapter les méthodes culturales. On sait que le cacaoyer n'exprime pas sa capacité optimale de production : malgré une floraison très abondante, seulement quelques dizaines de cabosses sont récoltées ; pourquoi un tel gaspillage ? Pourquoi un si faible rapport fructification-floraison ? Pourquoi de nombreuses chérelles n'arrivent-elles pas à maturité ? L'étude de la biologie florale doit déterminer quels sont les facteurs limitants de la production et comment on doit agir pour améliorer la charge en cabosses de l'arbre (sélection - techniques culturales ?).

Les observations sur la floraison montrent une production cyclique avec des maximums synchronisés pour les différents clones ; la floraison est dépendante des conditions édapho-climatiques, mais est certainement liée également à un processus de régulation interne de l'arbre. Les études actuelles concernent l'influence des facteurs climatiques et agronomiques sur l'intensité de la floraison. Les principaux résultats obtenus dans le domaine de la biologie florale sont sans aucun doute les analyses mathématiques des phénomènes de pollinisation, qui ont apporté une véritable innovation dans le cadre des recherches sur le cacaoyer. On a mis en évidence une sous-pollinisation chronique du cacaoyer dont 65 % des fleurs ne reçoivent aucun grain de pollen et

parmi celles qui sont pollinisées, 1 % l'est suffisamment. La loi de dépôt des grains de pollen sur les styles s'ajuste parfaitement à la loi statistique dite de Pareto, ce qui permet d'estimer la qualité de la pollinisation (indice de rareté du pollen) et de définir la notion de « passage efficace ». Les processus aléatoires qui contrôlent la production du cacaoyer ont fait l'objet d'une modélisation mathématique, dont la simulation permet de reconstituer parfaitement à partir des données expérimentales la répartition statistique du nombre de grains par cabosse dans une récolte. Ces travaux ont constitué une approche très originale du problème et ont permis de déterminer de nouveaux critères pour la sélection du cacaoyer : la fertilité, le nombre d'ovules par ovaire, le « point de flétrissement différentiel », qui représente le nombre minimum de graines formées pour qu'il y ait accrochage d'une cabosse. Des fleurs correctement pollinisées (fécondations artificielles) présentent un taux de nouaison très élevé et engendrent des cabosses avec un nombre maximal de graines. On a donc pu affirmer que le manque de pollinisation est le facteur limitant principal de productivité du cacaoyer.

Comment s'explique une si médiocre pollinisation ? L'observation du comportement des insectes dans les fleurs a permis de déterminer les insectes responsables de la pollinisation en Afrique de l'Ouest, dont les principaux sont les cécidomyies, les fourmis, les pucerons et les thrips, très rarement des Cératopogonidés, mais surtout, par la méthode des « files d'attente » utilisée en recherche opérationnelle, de mettre au point un calcul du trafic des insectes, de préciser le nombre de passages efficaces et de calculer la probabilité d'échange du pollen entre l'insecte et la fleur. Ces travaux ont mis en évidence une non spécificité à la pollinisation des

insectes visitant les fleurs, qu'ils ne pollinisent que rarement.

En plantation, les conditions de pollinisation sont variables suivant l'époque ; on a pu mettre en évidence deux périodes privilégiées durant la floraison du cacaoyer pendant lesquelles se forme la majorité des chérelles et où l'on enregistre des taux de nouaison spontanée avoisinant 15 % des fleurs ; ces périodes correspondent à celles des pullulations d'insectes. Le rendement du cacaoyer est donc directement lié à l'intensité de la floraison et à la qualité de la pollinisation. On a ainsi pu établir une véritable « équation du rendement » qui permet de calculer, à partir de ces deux paramètres essentiels, le nombre de cabosses qui atteindront le stade de maturation. En ce qui concerne la fructification, on a observé un taux de perte très important (65 % des nouaisons) consécutif pour la plupart des cas à des attaques d'insectes ou de champignons, qui pourraient être réduites par des traitements phytosanitaires appropriés, voire même par des méthodes culturales nouvelles.

En conclusion, tous ces travaux ont permis de définir et de quantifier les facteurs limitants de la production et de mettre au point des méthodes de calcul précises, utilisables pour l'appréciation de l'amélioration résultant de diverses méthodes tendant à augmenter la pollinisation. Pour une meilleure productivité du cacaoyer, on doit favoriser la pollinisation, mais aussi optimiser la fructification. Pour ce faire, diverses actions peuvent être envisagées :

Au niveau de la plante par l'amélioration du matériel végétal dont la sélection doit tenir compte des nouveaux critères (nombre d'ovules par ovaire, point de flétrissement différentiel...) et où l'auto-compatibilité est à rechercher, par un contrôle plus étroit du développement architectural de l'arbre, qui doit favoriser

la floraison et la fructification (taille de formation, élagage). Mais on peut également, par des techniques culturales appropriées, favoriser la floraison et la pollinisation des fleurs du cacaoyer : sans parler des apports d'engrais bénéfiques pour la production de fleurs, on peut citer les essais de dispositif en « haie frui-

tière » réalisés en Côte d'Ivoire, qui ont l'avantage d'augmenter le trafic des insectes dans la parcelle et de plus améliorent sensiblement l'état sanitaire des cabosses. D'autres études sont en cours concernant l'influence des traitements anticapsides sur la pollinisation et anti-pourriture sur la fructification, ou de

retardateur de croissance pour diminuer les poussées végétatives et favoriser la fructification. Enfin on peut agir sur le milieu écologique de la cacaoyère pour augmenter l'activité et la reproduction des insectes de la pollinisation (plantes hôtes, débris organiques, lâcher d'insectes, attractifs).

D. Paulin

ASSOCIATION FRANÇAISE DU COMMERCE DES CACAOS

Loi du 1^{er} Juillet 1901

Déclaration N° 172.523 du 24 Mai 1935

SIÈGE SOCIAL : 2, rue de Viarmes, 75001 PARIS
Tél. : 233.15.00 - Télex : 670882 F

L'A.F.C.C. réunit des producteurs, des exportateurs, des négociants internationaux, des industriels utilisateurs de fèves, des courtiers et des auxiliaires du commerce des cacaos.

Elle établit et actualise des contrats-types spécialement adaptés au commerce des cacaos originaires de pays francophones.

Sa chambre arbitrale résout les litiges suivant une procédure rapide et peu onéreuse.

Problèmes posés par l'ombrage du cacaoyer Evolution des techniques culturales traditionnelles

L'étude des facteurs de l'environnement du cacaoyer cultivé se heurte à de nombreuses interactions, qui font de chaque parcelle un cas particulier, résultant d'un équilibre complexe. En l'absence d'analyses multidimensionnelles (type analyse factorielle des correspondances), les conclusions ponctuelles semblent se contredire et obscurcir la compréhension des agronomes. Les problèmes posés par l'ombrage en tant que technique culturale sont un nœud d'interactions justiciables parfois de solutions opposées.

La cacaoculture sous ombrage est longtemps apparue comme une nécessité physiologique, le cacaoyer étant originaire de la grande forêt amazonienne et censé ne pas résister à l'insolation.

Les études, restées élémentaires, des physiologistes le font apparaître sciaphile, ou mésophile, ou simplement « tolérant à l'ombre ». Son activité photosynthétique, moyenne, le rapprocherait des sciaphytes ligneux tolérants paléarctiques.

Des mesures sur feuille isolée ont cependant montré que la photosynthèse journalière moyenne croissait avec l'éclairement relatif. Sur semenceaux de trois mois, elle pourrait légèrement baisser à partir de 60 % d'éclairement. Des études de croissance, sous ombrage artificiel, ont montré, dans les trois premières années, un optimum aux environs de 50 %, qui se déplace vers 100 % d'éclairement par la suite, quand l'auto-ombrage s'accroît.

Quoi qu'il en soit, les bases physiologiques, toujours circonstanciées et peu généralisables, ne s'opposent pas à une culture du cacaoyer en pleine lumière. Il semble d'ailleurs qu'aucun agronome ne doute plus que le cacaoyer croisse très bien dans ces conditions, si les autres facteurs du milieu sont maintenus à un niveau favorable. Certains pensent même que l'absence d'ombrage est préférable.

En agronomie, on distingue actuellement le cas des parcelles jeunes et celui des cacaoyères adultes « fermées ».

Parcelles âgées

Nombreux sont les exemples qui montrent que l'ombrage est un facteur limitant du rendement (Ghana, Trinidad, Côte d'Ivoire) et que l'intensification passe par sa suppression, y compris avec Amelonado. Ces exemples montrent presque tous aussi que l'augmentation de rendement considérable (jusqu'à 250 %) ne se maintient pas après quelques années, par suite d'une dégradation accélérée de la cacaoyère. L'élimination de l'ombrage de tête doit donc être accompagnée de techniques de fumure et de protection phytosanitaire difficilement réalisables au niveau de l'exploitation familiale dans la majorité des pays producteurs. C'est pourquoi l'ombrage apparaît de nos jours comme un facteur limitant commun, assurant de faibles rendements sans qu'apparaissent de gra-

ves problèmes dus à une croissance supérieure du cacaoyer (carences, épuisement du sol, attaques d'insectes — surtout mirides et thrips —, Loranthacées, etc.). Il s'agit d'une pratique d'extensivité, en harmonie avec le niveau technique et les moyens de la majorité des planteurs.

Si son rôle contre l'insolation n'est plus guère retenu, on s'accorde à penser que ses fonctions principales sont la protection contre le vent et la limitation de l'évapotranspiration (température moyenne plus basse, hygrométrie plus élevée, circulation de l'air moins importante). Cet aspect toutefois n'est plus admis en Afrique occidentale où les longues sécheresses accompagnées de harmattan ont montré, d'abord au Nigeria, puis au Ghana, maintenant en Côte d'Ivoire, la nocivité des essences d'ombrage qui, même en faible densité, concurrencent le cacaoyer jusqu'à la mort de celui-ci.

Parcelles jeunes

Sur parcelles jeunes, le problème de l'ombrage se pose différemment. D'abord il est souvent reconnu indispensable (bien que certains exemples d'implantations réussies en pleine lumière existent), ensuite il peut être fait de plantes vivrières, pratique intéressant le planteur par les gains qu'elle dégage.

L'IFCC en Côte d'Ivoire conseille l'utilisation du bananier plantain comme « ombrage associé », mais pour une pluviosité supérieure à

1 300 mm, car il peut, au-dessous de cette limite, concurrencer le cacaoyer (Nigeria).

En dehors des plantes vivrières, il est très généralement conseillé d'utiliser différentes essences d'ombrage, voire de planter sous recrû d'un an. Cependant, dans certaines situations sèches, les jeunes parcelles ombragées présentent une mortalité trop importante et une très faible croissance. Les observations faites à Divo montrent que les parcelles en plein soleil, quelle que soit la densité, ont un comportement satisfaisant pour ces deux critères. La conduite sans ombrage nécessite plus de soins et en ce sens est « plus chère ». Il conviendrait cependant, dans les cas où l'ombrage est nocif, d'effectuer une étude économique réelle.

Face à l'implantation ombragée, solution, parfois désastreuse, prise dans le cadre d'une culture exten-

sive, la plantation en pleine lumière se heurte à des problèmes d'ordre :

— **Agronomique :**

- effets mécaniques du vent (interaction possible avec l'éclairement) contre lesquels l'utilisation de brise-vent s'avère indispensable, y compris en Afrique de l'ouest où les vents moyens sont faibles ;
- enherbement important ;
- attaques d'insectes plus nombreuses, difficiles à juguler, mais qui montrent que la protection du cacaoyer en est à ses balbutiements ;
- nécessité d'une fumure appropriée, dès les premières années ;
- choix de la densité ou du dispositif.

— **Economique :** les pratiques protectrices de la cacaoyère sont coûteuses en investissement.

— **Psychologique :**

- passer d'une optique extensive à une optique intensive ;
- habitude de planter avec un ombrage.

Apparemment ces obstacles se lèvent et il suffit de circuler en Côte d'Ivoire pour constater que beaucoup de jeunes plantations sont menées en pleine lumière.

En conclusion, il semble que la tendance actuelle soit de diminuer, voire supprimer l'ombrage. Les associations sont également recherchées : *Cocos nucifera* en Malaisie, *Areca catechu* en Inde, bananier plantain en Afrique. L'ombrage de tête semble pouvoir être avantageusement remplacé par un ombrage latéral de type bocager (« box-shape » en Malaisie). Il n'est d'ailleurs pas douteux que le travail des agronomes tendra à la suppression de l'ombrage de tête, remplacé par des pratiques plus élaborées (brise-vent, protection phytosanitaire, fumure, irrigation, nouveaux dispositifs permettant la mécanisation (haies-frutières).

Ph. Lachenaud

CREUSOT-LOIRE ENTREPRISES

INGÉNIERIE ET ENSEMBLIER INDUSTRIEL

Usines :

Conserveries polyvalentes
Laiteries
Boulangerie - Biscuiterie
Extraction de protéines végétales
Industrie des boissons
Transformation industrielle du café (voie sèche, voie humide, soluble)
Transformation industrielle du cacao

Complexes agro-industriels :

Complexes d'élevages
Usines d'aliments pour bétail
Abattoirs et industries de la viande
Complexe de stockage agricole

Recherche et Développement



33, quai Gallieni, 92150 SURESNES

B.P. 303, 92156 SURESNES Cedex (France)

Tél. : 728.11.11 - Télex : 610062 F - Câble : CLECABLE Paris

La culture du cacaoyer en haies fruitières

Premiers résultats (Divo, Côte d'Ivoire)

En cacaoculture il est très généralement constaté que les bordures sont plus productives que le reste de la parcelle. Le dispositif en « haies fruitières », directement inspiré de l'arboriculture des zones tempérées, multiplie les conditions de bordures et devrait permettre :

- une productivité supérieure au dispositif classique (assurant une production supérieure ou égale) ;
- l'association avec diverses cultures vivrières ;
- un mode de régénération des vieilles cacaoyères.

Pour vérifier ces hypothèses, deux essais, quelque peu novateurs dans leur principe, ont été mis en place en 1980.

Réalisation

Dans les deux essais on compare un ou plusieurs dispositifs en haie à un témoin classique.

Essai 1 : Aménagé dans une cacaoyère classique par arrachage localisé de deux lignes sur quatre. Deux objets (témoin et haies) en cinq répétitions sur 0,42 ha.

Essai 2 : Planté en juin 1980, en carré latin 4 x 4 de 2,16 ha. Quatre objets (trois dispositifs en haies et un témoin classique sous recrû aménagé).

Observations

Essai 1 :

Les deux premières années de récolte montrent une productivité très supérieure des arbres des haies. La proportion de cabosses saines est plus grande dans les haies, sans pourtant être significative et ce principalement en raison de l'insuffisance du dispositif statistique. Une deuxième parcelle plus vaste et performante a été aménagée en 1982.

Outre la production, les observations ont porté sur :

- la floraison,
- la répartition du nombre de fèves par cabosse,
- la pollinisation (trafic des insectes et nouaisons).

On constate au niveau des frondaisons, un effet tampon des haies qui présentent une floraison plus régulière, tandis qu'elle est toujours supérieure au témoin sur les troncs. Ceci pourrait être attribué à l'éclairement qui serait insuffisant sur les troncs des témoins, et parfois trop important dans les frondaisons des haies (grande saison sèche ensoleillée).

La répartition des fèves dans les cabosses semble révéler des conditions de pollinisation différentes dans les deux objets. Les premiers résultats, à confirmer, montrent des populations d'insectes différentes dans leur composition, plus nombreux et mieux chargés en pollen dans les haies. Les nouaisons sont toujours supérieures (au niveau des troncs) dans les haies.

Essai 2 :

La parcelle, par ses interlignes de 10 ou 8 m, permet, depuis sa mise en place, outre la mécanisation possible de diverses opérations, l'association avec des plantes vivrières. Il s'agit là d'une orientation primordiale de la recherche agronomique en Côte d'Ivoire, dont les applications pratiques sont suivies avec attention.

Les haies ont un comportement bien meilleur que les témoins, en particulier en saison sèche. Ainsi, après un an on observait :

	Haies	Témoin
Mortalité	5,5 %	25,2 %
Taux de couronnement . . .	59,7 %	17,5 %

La croissance, mesurée au collet, est significativement plus importante dans les haies. Quant aux premières récoltes, elles révèlent une productivité (nombre de cabosses par arbre) quarante-deux fois supérieure dans les haies !

Conclusions et projets

Ces premiers résultats, bien que partiels, sont encourageants et permettent d'entrevoir :

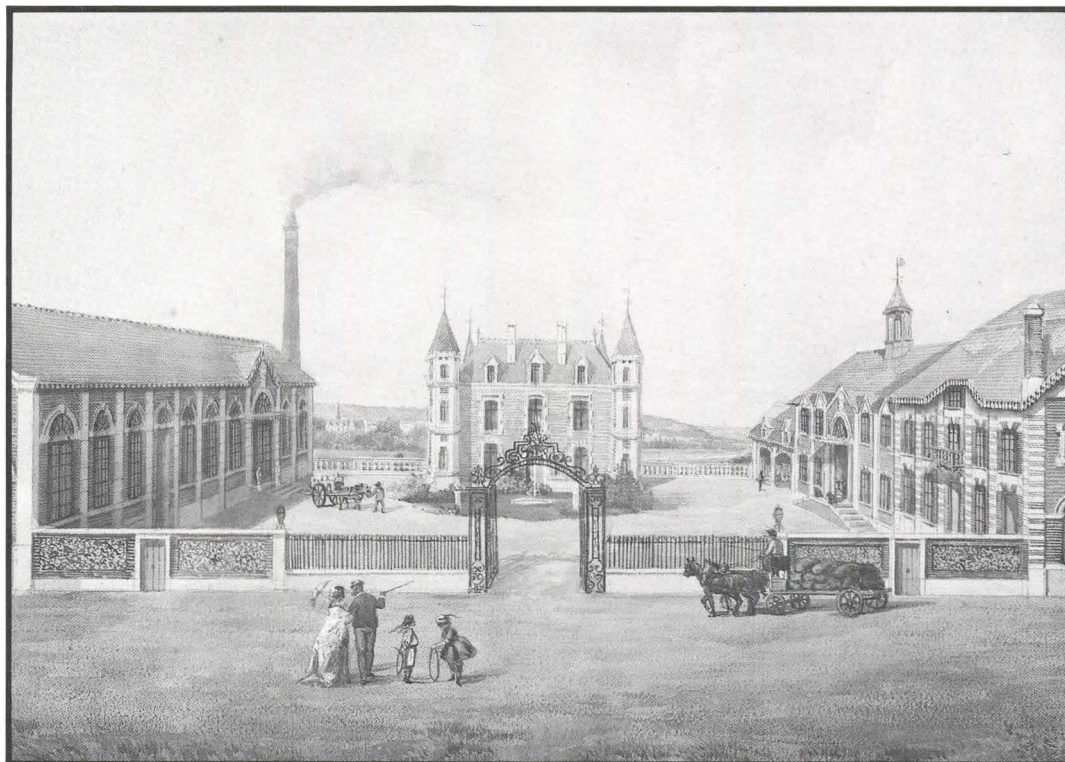
- des systèmes culturels qui, tout en assurant une production supérieure en cabosses saines, rendent possibles des cultures vivrières pendant les premières années ;
- des techniques culturales faisant largement appel à la mécanisation ;
- des techniques de régénération des vieilles cacaoyères ne provoquant pas de rupture dans la production. La première étape consistant en l'aménagement de haies fruitières, avec plantation de jeunes cacaoyers hybrides dans les espaces ainsi dégagés, la deuxième étant la suppression des haies dès l'entrée en production des jeunes (et éventuellement leur remplacement par d'autres jeunes).

De plus, ils confirment la nocivité du recrû dans les conditions de Divo et l'effet favorable de l'ensoleillement sur la floraison et les populations d'insectes.

Les projets concernent la confirmation de certains résultats importants, la vérification de l'hypothèse d'une production supérieure de cabosses saines dans les haies et la mise en place d'un essai de régénération.

Ph. Lachenaud

POULAIN CHOCOLATIER CONFISEUR A BLOIS DEPUIS 1848.



Vue générale de l'usine de Blois vers 1872. Gravure de H. Chouppe.

Depuis 1848, la marque Poulain a toujours été un symbole de haute qualité et de grande tradition dans l'art du chocolat et de la confiserie. Poulain toujours présent sur les marchés traditionnels (tablettes et petits déjeuners) s'est diversifié pour devenir la première marque de chocolat français.


POULAIN

La fertilisation du cacaoyer basée sur le diagnostic-sol

Effet favorable des apports de phosphore sur la floraison (Cl. Jadin)



L'utilisation des engrais a toujours été très limitée en culture cacaoyère. Les méthodes classiques d'expérimentation pour la détermination des besoins du cacaoyer ont le plus souvent conduit à des résultats décevants ne permettant pas de mettre en évidence une rentabilité suffisante des engrais pour en justifier l'emploi.

L'expérience a montré, de plus, que l'application d'engrais au cacaoyer pouvait même dans certains cas entraîner des effets dépressifs importants, que l'on ne pouvait prévoir.

Devant l'échec des essais factoriels de formules simples, devant l'échec de la méthode du diagnostic foliaire, une orientation nouvelle a été donnée aux recherches en matière de fertilisation du cacaoyer, par l'utili-

sation d'une méthode de « diagnostic-sol » mise au point en Côte d'Ivoire.

L'analyse pédologique des sols propices à la culture du cacaoyer a permis d'établir les relations qui existent entre la production du cacaoyer et les qualités chimiques du sol qui le supporte et le nourrit.

C'est ainsi qu'ont été mis en évidence un certain nombre d'équilibres entre les différents éléments du sol, pris dans sa partie superficielle, qui assurent les meilleures conditions de croissance et de production du cacaoyer.

Deux équilibres entre les constituants chimiques du sol doivent être pris en considération :

— équilibre bases échangeables, N, pH : pour un pH donné il existe une corrélation entre les bases échangeables et l'azote définissant une zone optimale des conditions de développement ;

— équilibre K, Ca, Mg : l'équilibre optimal est 8.68.24 soit K : 8 % ; Ca : 68 % ; Mg : 24 %.

En plus de ces deux équilibres, la teneur en phosphore assimilable (exprimée en $P_2 O_5$) doit être voisine de 3 ‰.

En s'efforçant, pour un sol donné, d'amener par un apport d'engrais approprié les équilibres et les teneurs à leur valeur optimale, il est désormais possible d'obtenir des résultats très positifs, justifiant des apports d'engrais dans des conditions de rentabilité très satisfaisantes.

Cette méthode a montré une réelle efficacité en Côte d'Ivoire, comme en témoignent les graphiques représentant les rendements obtenus dans quelques essais. Les surplus de récolte varient suivant les lieux et les années de 800 à 1 200 kg de cacao marchand par hectare avec des apports maximaux de 0,7 kg d'engrais par cacaoyer et par an.

Le coût moyen des engrais utilisés dans ces essais varie de 56 000 à 84 000 F CFA par hectare selon la nature des engrais qu'il faut utiliser. Ces prix correspondent à 187 et 280 kg de cacao marchand au prix de 300 F CFA/kg. Les surplus de récolte mentionnés précédemment couvrent largement les frais d'achat des engrais.

Il est important cependant d'assurer une efficacité maximale à la fumure minérale. Il faut pour cela éliminer les zones dans lesquelles des facteurs autres que la richesse chimique du sol sont limitants : région à pluviosité insuffisante, sols à structure physique impropre. Dans de telles zones, l'utilisation des engrais ne doit pas être envisagée, car elle conduirait à des déboires.

Connaissant les équilibres et les niveaux favorables à la croissance et à la production du cacaoyer, il est possible de modifier le potentiel chimique du sol vers un optimum et de calculer les besoins qualitatifs et quantitatifs des sols destinés à la culture du cacaoyer. Un programme de calcul sur ordinateur a été mis au point par le service de biométrie de l'IFCC pour déterminer la quantité et la nature des engrais nécessaires à la correction du niveau chimique du sol tout en tenant compte des exportations dues aux récoltes des cabosses.

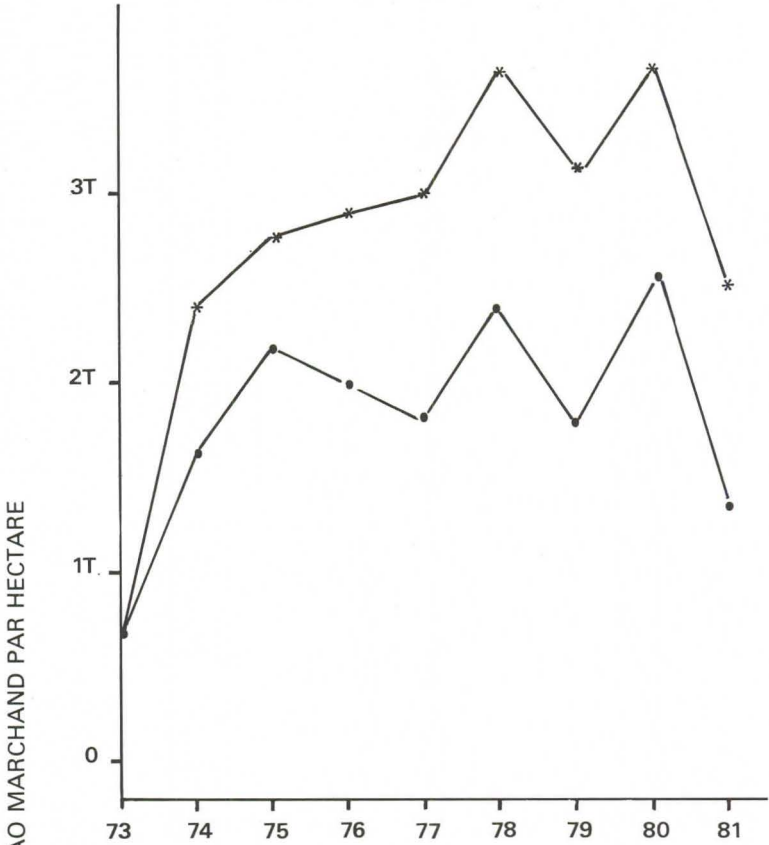
Dans le cadre de la vulgarisation, on est amené à simplifier la formule calculée par la méthode du « diagnostic-sol » et des essais sont en cours pour estimer l'efficacité d'une telle formule.

L'IRCC dispose maintenant d'un outil efficace pour faire le diagnostic des besoins en engrais des cacaoyères et déterminer les conditions d'efficacité de ceux-ci.

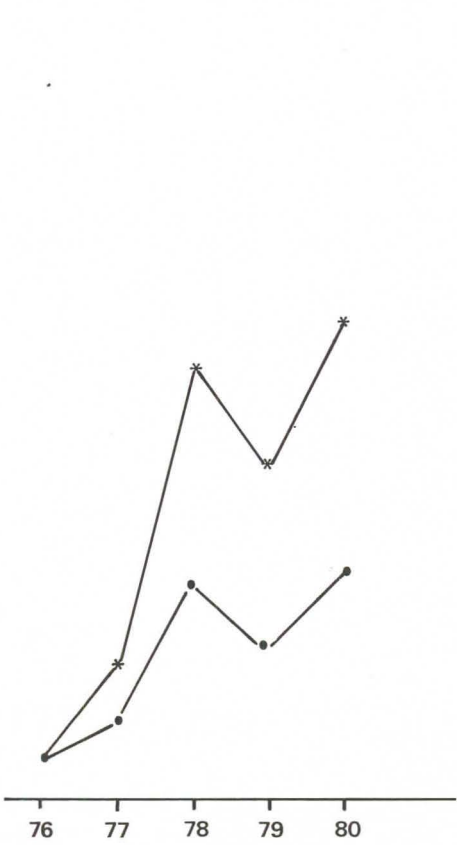
P. Jadin

FUMURE MINÉRALE DU CACAOYER DIAGNOSTIC-SOL

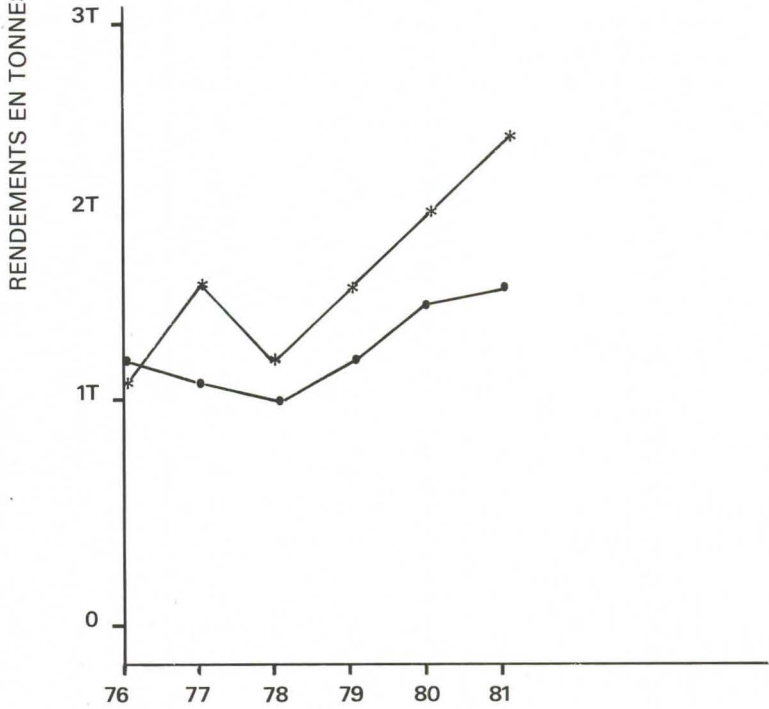
• SANS ENGRAIS
DIVO G1 (1970)



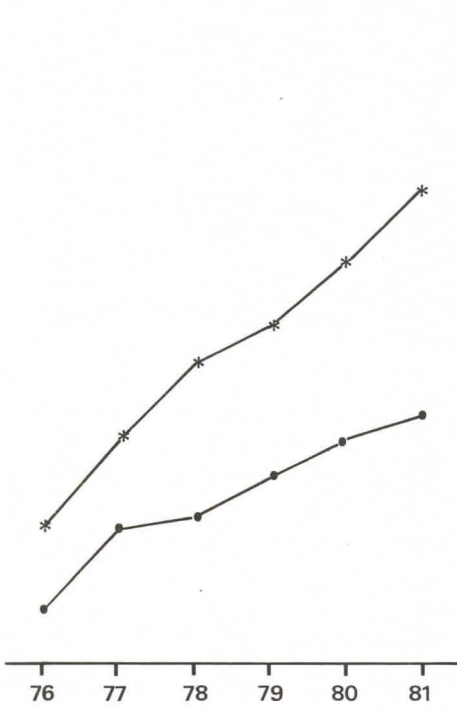
• AVEC ENGRAIS
SOUBRE (1973)



ABENGOUROU I 4 (1973)



ZAGNE K 1 (1972)



ANNÉES

Association des cultures vivrières au cacaoyer

Les premiers essais dans les stations de recherches sur ce mode de culture traditionnel avaient pour objectif prioritaire de déterminer l'incompatibilité ou l'innocuité des plantes vivrières sur les jeunes cacaoyers avant leur entrée en production. Des résultats encourageants ont été obtenus dans ce sens.

Aussi, dans les pays en développement, où une production vivrière satisfaisant les besoins nationaux devient sans conteste indispensable, la mise au point de systèmes culturels rationnels, s'impose-t-elle impérieusement. C'est pourquoi depuis quelques années l'IFCC consacre une partie de ses expérimentations en Côte d'Ivoire à l'étude « des dispositifs de plantation en relation avec l'installation des cultures vivrières ».

Les cultures vivrières intercalaires

Les essais ont porté sur une gamme de plantes vivrières traditionnellement cultivées en zone forestière : le bananier plantain, l'igname, le riz, l'arachide, le maïs, le taro et le manioc. Jusqu'à une date récente, la culture pure du cacaoyer exigeait un ombrage provisoire ou définitif pour diminuer l'éclairement des jeunes plants. Pour répondre à ce besoin des cacaoyers, la plupart des essais d'association ont été réalisés avec le bananier plantain et le manioc, sur lesquels nous insisterons ici.

A San Pedro et à Zagné, respectivement dans le sud-ouest et dans l'ouest de la Côte d'Ivoire, deux essais sont plantés pour évaluer l'influence du bananier et du manioc sur le développement des cacaoyers. Dans une moitié de la parcelle les bananiers sont plantés à deux écartements 3 m x 2,50 m et 3 m x 5 m, tandis que dans l'autre moitié, le manioc est planté sur deux lignes à 0,90 m x 0,90 m, laissant un espace de 1,05 m entre les lignes de cacaoyers et le manioc.

	Taux de mortalité		Taux de couronnement	
	à 1 mois	à 12 mois	à 12 mois	à 24 mois
Bananiers plantés en septembre	11 %	5,8 %	28 %	79 %
Bananiers plantés en mars	7 %	2,7 %	38 %	84 %

Des mesures de diamètre effectuées au collet des cacaoyers six mois après la plantation montrent un effet dépressif significatif du manioc. Cependant, aucune influence des densités des bananiers n'a été décelée.

Sur la station de Divo, un essai disposé en six blocs de douze traitements répartis au hasard compare :

- la plantation en septembre de bananiers à trois densités, soit neuf mois avant celle des cacaoyers en juin de l'année suivante ;

- la plantation en mars de bananiers à trois densités, soit trois mois avant celle des cacaoyers en juin.

Les bananiers reçoivent ou non de l'engrais. Les observations sur la mortalité et la formation des couronnes des cacaoyers sont mentionnées dans le tableau ci-dessus.

L'effet de la date de plantation des bananiers est hautement significatif pendant les deux premières années. Au bout de la deuxième année, on note également un effet favorable des engrais apportés aux bananiers sur la floraison du cacaoyer.

Toutes ces observations tendent à prouver qu'en culture associée le bananier est préférable au manioc. Il apparaît également qu'il serait préférable de planter les bananiers et les cacaoyers la même année à la densité d'un bananier pour un cacaoyer, les bananiers étant disposés en lignes intercalaires.

Mais l'existence de nouveaux hybrides s'extériorisant sans ombrage amènera à cultiver davantage l'igname, le riz, le maïs et l'arachide dans les interlignes. Selon les régions et

les habitudes alimentaires, il sera possible de faire les séries suivantes :

- igname sur buttes avec des tuteurs la première année suivie d'un cycle de riz pluvial ou de maïs la deuxième année ;

- un cycle de riz suivi de l'arachide la première année et un autre cycle de riz ou de maïs la deuxième année ;

- un cycle de maïs suivi de l'arachide la première année et un cycle de riz la deuxième année.

Plusieurs combinaisons seront ainsi offertes aux paysans en fonction des potentialités et possibilités régionales, si des reconversions de vieilles cacaoyères sont envisagées.

Les cultures vivrières stabilisées

Ce second volet concerne les cultures en haies fruitières. Plusieurs raisons conduisent à ce type d'essai :

- la nouvelle tendance qui consiste à conduire les plantations en plein soleil,

- la meilleure fructification et la production par arbre très élevée dans les plantations à faible densité.

Un essai mis en place à Divo compare des haies formées d'une ligne et de deux lignes de cacaoyers en plein soleil au dispositif classique 3 m x 2,50 m sous recrû naturel enrichi au *Flemingia*. Les haies sont espacées de 10 m. Les premières observations un an après plantation montrent : une mortalité moyenne de 4 %, des diamètres au collet de 24 cm et un taux de couronnement de l'ordre de 60 % dans les haies.

Par contre, chez le témoin la mortalité est de 25 %, les diamètres au collet de 16 cm et un taux de couronnement de 17 %.

Les bandes de terre de 10 m entre les haies permettent de cultiver des plantes vivrières pendant plusieurs années. Si cette conduite en haies de 1, 2 ou même 5 lignes de cacaoyers donne des satisfactions du point de vue de la production de cacao et de l'entretien phytosanitaire, la mécanisation ainsi que les problèmes agronomiques que pose la rotation des cultures vivrières restent à considérer ; en particulier les

cultures successives les plus avantageuses et vulgarisables pour chaque région, la fertilité du sol...

En conclusion, les associations vulgarisables qui en résulteront ne pourront que procurer des avantages certains : gain de surface de l'ordre de 0,50 à 0,70 ha par hectare de cacaoyers plantés au profit des cultures vivrières pendant deux ans, entretien simultané des deux types de culture, gain de revenu par la vente des produits vivriers avant l'entrée en production des cacaoyers. Pour les bananiers plantains, la ré-

colte peut s'étaler sur trois à quatre ans avant la fermeture complète des couronnes des cacaoyers.

De plus, si nous considérons le cas du riz, l'apport de tonnages supplémentaires est appréciable pour des pays en développement. Sur 360 000 planteurs de café et de cacao que compte la Côte d'Ivoire, si 100 000 seulement possèdent 1 ha de jeunes cacaoyers associés au riz, nous avons 50 000 ha de riz. Avec une production pessimiste de 1 tonne à l'hectare, nous disposerons de 50 000 tonnes de paddy soit 35 000 tonnes de riz blanchi à défalquer des importations.

K. Ngoran



Fermenteur de 7 litres stérilisable sur place

SETRIC GENIE INDUSTRIEL

Z.I. Montaudran - Avenue D.-Daurat
B.P. 4050
31029 TOULOUSE CEDEX
Tél. (61) 20.40.21
Télex : 610 124

LA BIOTECHNOLOGIE DU FUTUR !...



SETRIC GENIE INDUSTRIEL

VOTRE PARTENAIRE...

Fermenteurs de laboratoire
Fermenteurs pilotes
Fermenteurs industriels
Fermenteurs pour applications spéciales
Instrumentation spécifique
Automatismes
Micro électronique

Agents en : Belgique - Grande-Bretagne - Hollande - Espagne - Suisse - Allemagne - Autriche - Italie - Grèce - Inde - Thaïlande - Israël - Australie - Nouvelle-Zélande.

Autres activités : Froid scientifique - Froid industriel - Traitements physiques des liquides alimentaires - Appareils de laboratoire Jouan - Produits de fermentation et enzymatiques.

Le désherbage de la cacaoyère

L'installation des cacaoyères se fait de plus en plus couramment en milieu ensoleillé : soit en milieu relativement découvert comme dans des layons ouverts dans un recrû développé après abattage complet de la forêt, ou en association avec des bananiers plantains assurant un ombrage partiel, soit en milieu totalement découvert comme dans les essais de plantations en plein soleil ou en haies fruitières conduits en Côte d'Ivoire.

Ces modes d'installation impliquent une bonne maîtrise de la végétation adventice, qui vient concurrencer les jeunes cacaoyers, en particulier les graminées héliophiles très nuisibles.

L'importance des interventions peut varier beaucoup selon la vigueur du recrû latéral, le développement de la végétation herbacée et la saison.

Depuis plusieurs années, sur la station de Divo les meilleurs résultats sont obtenus par l'association du désherbage chimique et des interventions par fauchage à la machette, les deux modes se complétant parfaitement. La part la plus importante revient néanmoins aux désherbants chimiques.

Ce choix résulte de la qualité du travail obtenu et de la meilleure utilisation possible de la main-d'œuvre. Celle-ci n'est en effet que très peu disponible lors de l'exécution impérieuse de travaux prioritaires de

récolte, de traitement des produits et des plantations.

La flore adventice est constituée principalement de *Paspalum conjugatum*, espèce très concurrentielle envers les jeunes plantations. On rencontre d'autres graminées, des cypéracées et des dicotylées, suivant les types de sol et l'intensité lumineuse reçue au sol.

Plusieurs molécules herbicides ont été mises à l'épreuve dans divers essais. La préférence a toujours été donnée aux herbicides totaux non sélectifs de post-émergence. A priori les herbicides de pré-émergence paraissent difficilement vulgarisables en milieu paysan.

Certains herbicides, tels le MSMA et les triazines se sont révélés très toxiques envers le cacaoyer. Le MSMA induit des carences en zinc et en bore par blocage de ces éléments par suite de la présence d'arsenic dans la molécule.

Par contre, le paraquat, plus connu sous le nom de Gramoxone, l'aminotriazole et le glyphosate (« Roundup ») sont des herbicides qui contrôlent bien les adventices sans nuire aux cacaoyers. Vu le prix de ces différents produits, seul le Gramoxone est régulièrement employé et son action complétée par l'utilisation de glyphosate ou de phytohormones, tel que le 2,4-D pour des actions ponctuelles contre des espèces

résistantes au Gramoxone (*Ipo-mea*, *Centrosema*, certaines graminées, etc.).

L'emploi du Gramoxone correspond en fait à un binage chimique, les espèces annuelles sont détruites tandis que les plantes vivaces ont leurs parties aériennes desséchées, le Gramoxone ayant pour effet de bloquer la photosynthèse. Le paillis constitué par les herbes desséchées contribue à protéger le sol.

Les équipes qui appliquent le produit sont dotées de pulvérisateurs d'une capacité de 10 l ; le traitement complet d'un hectare nécessite 300 l d'eau mélangés à 1,5 l de produit à la concentration de 200 g par litre de paraquat.

Un homme assure la pulvérisation de 2/3 d'hectare par jour.

Il y a lieu de noter que pour des parcelles traitées régulièrement de cette manière le rythme des passages diminue, de même que les quantités de produit pulvérisées, puisque les nouveaux traitements deviennent limités aux seules parties encore parsemées de mauvaises herbes.

Les traitements chimiques sont donc complétés par des détourages à la machette au cours desquels la coupe des lianes et espèces lignifiées est effectuée également.

Nous pouvons finalement établir le tableau ci-après :

Traitements sur jeunes cacaoyères - par hectare

Chimiques et manuels combinés

1^{re} année : 8 à 12 passages de pulvérisation de Gramoxone
 Main-d'œuvre : $1,5 \times 1\,023 \times 12$ 18 415 F CFA
 Produits : $1,5 \times 1\,360 \times 12$ 24 480 F CFA
 Eau : $5 \times 109/3 \times 12$ 2 180 F CFA
 4 détourages : $4 \times 1\,023$ 4 090 F CFA

Total 49 165 F CFA

2^e année : 6 à 8 passages de pulvérisation de Gramoxone
 Main-d'œuvre : $1,5 \times 1\,023 \times 8$ 12 275 F CFA
 Produits : $1,5 \times 1\,360 \times 8$ 16 320 F CFA
 Eau : $5 \times 109/3 \times 8$ 1 450 F CFA
 4 détourages : $4 \times 1\,023$ 4 090 F CFA

Total 34 135 F CFA

3^e année : 3 à 4 passages de pulvérisation de Gramoxone
 Main-d'œuvre : $1,5 \times 1\,023 \times 4$ 6 140 F CFA
 Produits : $1,5 \times 1\,360 \times 4$ 8 160 F CFA
 Eau : $5 \times 109/3 \times 4$ 725 F CFA
 3 détourages : $3 \times 1\,023$ 3 070 F CFA

Total 18 095 F CFA

Manuels seulement

10 passages machette

$6 \times 1\,023 \times 10$ 61 380 F CFA

8 passages machette

$6 \times 1\,023 \times 8$ 49 104 F CFA

6 passages machette

$6 \times 1\,023 \times 6$ 36 828 F CFA

Valeurs unitaires :

Gramoxone : 1 360 F CFA le litre -
 Journée manœuvre : 1 023 F CFA -
 Transport eau : 900 l par camionnette
 sur 5 km à 109 F CFA le kilomètre.

Normes :

Pulvérisation : 1,5 h.j./ha/passage -
 Détourage : 1 h.j./ha/passage -
 Nettoyage à la machette : 6 h.j./ha/pas-
 sage.

Le nettoyage chimique permet donc
 d'assurer aisément le contrôle de la
 végétation adventice dans les jeu-

nes cacaoyères à un prix de revient
 largement concurrentiel. Cette con-
 clusion avait déjà été tirée en 1971,
 mais la différence entre les deux
 méthodes est devenue plus sensible
 encore, les coûts de la main-d'œuvre
 évoluant plus rapidement que ceux
 des produits et matériel qui entrent
 pour une moindre part dans le prix
 de revient. Cette constatation est
 heureuse, car le défaut de main-
 d'œuvre existe particulièrement
 dans les plantations.

En effet, l'économie de personnel
 réalisée grâce aux traitements herbi-

cides permet de diminuer sensible-
 ment l'effectif et les charges qui en
 découlent et entraîne pour trois ans
 et par hectare une économie de 157
 journées de manœuvre.

J. Defgnée

N.B. : Comme on peut le remarquer nous
 avons « forcé » le nombre de passages pour
 la méthode combinée afin de mieux mettre
 encore en évidence l'économie de cette
 méthode par rapport au nettoyage tradition-
 nel. Nous avons par contre considéré comme
 négligeable l'amortissement des appareils.

MARCHES A TERME DE MATIERES PREMIERES



**Compagnie des Commissionnaires Agréés
 près la Bourse de Commerce de Paris**

INFORMATION

- Les mercuriales des marchés
- La lettre mensuelle de la Compagnie des Commissionnaires Agréés
- Brochures et documents divers sur les marchés à terme de matières premières

FORMATION

- Séminaires de formation à l'intention des responsables de groupements professionnels, de sociétés industrielles et commerciales, de banques
- Etudes des cas
- Visites commentées des marchés

**Pour tous renseignements : COMPAGNIE DES COMMISSIONNAIRES AGREES
 2, rue de Viarmes - 75001 PARIS - Tél. : 508.82.50**

Production de semences hybrides de cacaoyers

Les champs semenciers



*Semis de cacaoyers hybrides
(Cl. Blaha, Cameroun)*

Comme toute plante cultivée, le cacaoyer fait l'objet d'une amélioration, travail de longue haleine, puisqu'il s'agit de créer un matériel haut producteur résistant à divers aléas, et dont le produit final soit apprécié sur le marché. Nous prendrons comme exemple le travail réalisé par l'IFCC en Côte d'Ivoire.

Les principes d'amélioration du cacaoyer

La voie d'amélioration choisie par l'IFCC est la voie générative (sexuée) et ce, principalement pour des raisons économiques : le bouturage du cacaoyer était délicat et coûteux. La voie générative permet l'obtention de cabosses hybrides de première génération, matériel aisément vulgarisable et relativement peu cher. Le schéma d'amélioration est le suivant :

- Le choix des géniteurs : quel matériel hybrider ?
- L'hybridation.
- Le tri parmi les hybrides obtenus : les essais d'hybrides.

Le choix des géniteurs

L'effet d'hétérosis obtenu sera important avec des parents génétiquement très éloignés. Il se trouve que cet éloignement génétique s'accompagne de qualités heureusement complémentaires. Tous les programmes d'amélioration mondiaux utilisent les Forastero haut-amazoniens, dont les principales qualités sont la précocité, la vigueur végétative et surtout la productivité. L'IFCC a utilisé ce matériel comme parent femelle, d'abord de niveau F2 (ce sont les clones dits « UPA » de Upper Amazonian), F1 puis enfin F0.

Les clones mâles associés ont d'abord été des Amelonado (du groupe des Forastero bas-amazoniens) bien adaptés au pays et pour certains haut producteurs et des Trinitario, ces deux types fournissant un produit commercial apprécié : grosses fèves et bonnes qualités organoleptiques.

Plus récemment les programmes d'hybridation ont fait intervenir d'autres matériels (Catongo et Criollo notamment).

L'hybridation

Il s'agit d'hybridations contrôlées : pollinisations manuelles.

Les essais d'hybrides

Les hybrides sont mis à l'épreuve dans des essais comparatifs d'hybrides, multilocaux.

Le principal critère de choix est la production, mais d'autres aspects sont pris en considération : les qualités commerciales du produit final, l'aptitude à l'établissement, la résistance aux aléas (sécheresse, insectes, pourriture brune). Les hybrides retenus se sont révélés très précoces et haut producteurs d'un cacao marchand moyen. Leurs défauts sont cependant l'hétérogénéité (due aux parents hétérozygotes) et l'auto-incompatibilité.

La vulgarisation du matériel amélioré

C'est la suite logique du programme. Les hybrides retenus sont produits en grande quantité dans les champs semenciers. En Côte d'Ivoire, douze hybrides (2,4 % des combinaisons mises à l'épreuve) à distribuer ont nécessité la mise en place de 265 ha de champs semenciers répartis en quatre ensembles.

Le champ semencier

Le champ semencier biclonal est une parcelle où l'on juxtapose les deux clones parents de l'hybride à produire suivant un certain dispositif (en général cinq femelles pour un mâle). La pollinisation est naturelle et le champ est isolé d'une éventuelle pollution pollinique par un rideau forestier. Quelques très rares champs sont polyclonaux.

Les cabosses hybrides

Les conditions de pollinisation et les modalités de fécondation (auto-incompatibilité quasi générale des clones femelles amazoniens mais fréquente auto-compatibilité des clones mâles) déterminent deux classes de cabosses :

— Les cabosses « sélectionnées » : la provenance du pollen est connue (croisement réciproque de deux parents auto-incompatibles).

— Les cabosses de « première amélioration » : la provenance du pollen est indéterminée (mâle autocompatible).

La distribution

Les hybrides étant auto-incompatibles, leur distribution ne peut se faire qu'en mélange (production de plusieurs champs). Les

cabosses sélectionnées sont distribuées en priorité.

La localisation des champs semenciers en plusieurs centres permet d'assurer une production face aux divers risques et de restreindre les coûts de transport. L'IFCC n'est pas responsable de la vulgarisation du matériel, qui est confiée à une société de développement.

La dynamique

Les progrès en amélioration sont relativement rapides ; des hybrides toujours plus intéressants sont

créés et vulgarisables : le champ semencier doit donc avoir une existence brève, ses clones constitutifs étant périodiquement remplacés par de nouveaux. L'outil « champ semencier » doit être très souple.

Pour conclure, point n'est besoin d'insister sur l'indispensable coordination des programmes d'amélioration et de vulgarisation. Le champ semencier périodiquement renouvelé traduit une coordination efficace. Sa persistance indique un malaise.

Ph. Lachenaud

Etablissements Roger TOUTON

NEGOCE INTERNATIONAL

CACAOS - VANILLE

FRUITS SECS

Toutes origines

Ets Roger TOUTON

B.P. 13 - 3, rue René-Magne
Centre Commercial de Gros
de Bordeaux Nord

33083 BORDEAUX Cedex

Tél. (56) 50.84.34

Télex 560934

Les difficultés de l'expérimentation agronomique en recherche cacaoyère - Choix des dispositifs expérimentaux

Les difficultés rencontrées pour obtenir une efficacité acceptable des dispositifs expérimentaux en recherche agronomique cacaoyère sont les conséquences des techniques d'installation de l'arbuste, de son comportement, de la durée de l'expérience, etc.

Hétérogénéité du sol

La mise en place des cacaoyers est effectuée après défrichement de forêt ou de jachère ancienne. Les diverses essences, depuis longtemps en place, ont, par leurs exigences, les retombées foliaires, les explorations du sous-sol, très diverses, induit une hétérogénéité importante de la couche superficielle du sol. Elle est encore accentuée par les andainages interlignes, après abattage, constitués donc d'essences et surtout de quantités de matières végétales variées. Aucun travail, partiellement homogénéisant, du sol n'est effectué pour éviter toute détérioration rapide de l'horizon superficiel alors mis à nu.

Hétérogénéité génétique

Lorsqu'un clone ou un mélange clonal est utilisé, dans certains essais, on est assuré de l'homogénéité des plants au point de vue potentiel de production ou réactions aux diverses agressions. Ce n'est pas le cas lorsque des plants issus de semis sont utilisés. L'hétérogénéité est importante à tous points de vue dans la descendance de croisements intervariétaux où la recherche de l'hétérosis conduit à adopter le plus souvent des géniteurs éloignés génétiquement.

Hétérogénéités d'origines diverses

En pépinière, malgré toutes les précautions que l'on peut prendre, les développements sont variés, mais on s'efforcera de prélever, pour les

essais, un ensemble de plants le plus homogène possible.

En champ, les micro-environnements (microtopographie, développement variable des arbres), les accidents de croissance dus aux attaques d'insectes (sur bourgeons terminaux notamment, entraînant un retard dans l'apparition de la couronne ou une malformation de celle-ci), aux blessures (machette, etc.) sont, de même, facteurs d'hétérogénéité. Il faut également noter les perturbations provoquées par la perte accidentelle d'arbres, inévitable dans les essais de longue durée. Les remplacements effectués avec des plants du même âge au cours de l'année suivant la mise en place pourront participer à l'essai ; au-delà ce n'est plus possible, même si l'arbuste croît normalement, ce qui n'est pas toujours le cas.

Une étude théorique à partir de grands ensembles de données individuelles a abouti aux conclusions suivantes.

Lorsque des lignes de bordure entre parcelles ne sont pas nécessaires (c'est le cas des essais comparatifs d'hybrides inter-variétaux par exemple), le dispositif le plus précis par unité de surface d'essai est : **la « randomisation » totale arbre par arbre dans l'ensemble du champ d'essai.**

Les considérations suivantes expliquent ou renforcent ce résultat :

— aucune donnée n'est à estimer s'il y a perte d'arbres, seuls les survivants sont pris en compte et l'analyse est valide, même si les moyennes par hybride sont calculées avec des effectifs variables, alors que dans un plan en blocs, les moyennes par parcelle, seules prises en compte, seront calculées sur des effectifs différents, après un certain temps, et n'auront donc pas,

dans l'ensemble, la même signification (on est toutefois obligé de passer outre dans l'analyse). La présence d'un manquant perturbe les productions des arbres voisins : cette perturbation est difficile à mesurer, aussi a-t-on intérêt à ce qu'elle intervienne sur des arbres appartenant à plusieurs hybrides afin de la répartir et donc de l'atténuer, alors que dans un plan en blocs, elle interviendra le plus souvent sur des arbres de la même famille ;

— des taches de fertilité médiocre apparaissent inéluctablement dans un champ d'essai : tous les hybrides ont des chances d'y être représentés par un ou plusieurs individus et tous seront donc affectés, alors que dans un plan en blocs, étant donné la taille d'une parcelle élémentaire, un ou deux hybrides peuvent être pénalisés par hasard, ceci entraînant également un accroissement accidentel important du carré moyen résiduel de l'analyse de variance, diminuant donc la précision ;

— chaque arbre d'un hybride donné est en contact avec, au mieux, huit hybrides différents, et qui varieront dans l'ensemble du champ. Les compétitifs seront donc très variés et la réaction globale de l'hybride à l'environnement immédiat interviendra dans la récolte. C'est un critère de sélection à ne pas négliger, les hybrides devant être distribués en mélange aux planteurs ;

— les conditions de la pollinisation pouvant varier dans le périmètre de l'essai, la dispersion des arbres d'un même hybride est la garantie d'une certaine homogénéisation de ces conditions pour l'ensemble des hybrides ;

— on ne perd aucune information, toutes les données individuelles sont prises en compte et le nombre de degrés de liberté affecté au

résidu aléatoire est bien supérieur à celui obtenu dans tout autre dispositif.

Si on connaît approximativement le coefficient moyen de variation des productions individuelles intra-hybride en un lieu donné, on peut, à l'aide de formules simples de statistique, établir une liaison entre le nombre d'arbres à adopter par hybride et les différences entre moyennes que l'on désire être significatives. Les productions individuelles suivant une distribution log-normale, la transformation logarithmique est à effectuer avant analyse. Elle homogénéisera également les variances intra-hybrides, les écarts-types étant une fonction linéaire des moyennes.

On peut tenter d'améliorer la précision en effectuant une analyse de covariance :

— sur le nombre de manquants contigus à chaque arbre, en affectant éventuellement à chacun d'eux un coefficient de pondération proportionnel au temps écoulé depuis la mort de l'arbre ;

— sur la moyenne de production de tous les arbres contigus à chaque

cacaoyer pour essayer tout de même de contrôler en partie l'hétérogénéité du champ d'essai.

L'installation de ce dispositif et le contrôle de la récolte sont un peu plus onéreux que pour un plan en blocs, mais le gain important en précision plaide très nettement en sa faveur.

Lorsque les lignes de bordure entre parcelles sont nécessaires (c'est le cas des essais de fertilisation, de densité, de plantes de couverture, d'ombrage, etc.), l'étude théorique, effectuée avec un ensemble de données recueillies dans un environnement donné (notamment ombrage définitif conservé, constitué d'essences choisies, variées, de la forêt antérieure), a abouti à une parcelle élémentaire utile optimale de six arbustes seulement (vingt pour la parcelle totale). Avec un environnement différent, on aurait abouti à une dimension optimale peut-être différente, mais probablement voisine. Notamment, après déforestation totale au départ, et conduite ultérieure sans ombrage définitif, il est logique de penser que la dimension optimale doit être plus grande. Quoi qu'il en soit :

— il faut prévoir un nombre d'arbres plus important que l'optimum au départ, afin de compenser les pertes ultérieures ;

— les productions individuelles suivant une loi log-normale, les moyennes par parcelle suivront une loi normale, si elles sont calculées avec un effectif suffisant (supérieur à 10/12) ;

— il est nécessaire dans ce genre d'essai d'obtenir un effet de « masse » : une modification moyenne des équilibres dans le sol ne peut se concevoir que si on la réalise sur une surface d'une certaine taille ; une modification d'un micro-climat par un ombrage particulier ne peut se concevoir que sur une surface encore plus grande, etc.

D'autre part, l'étude de l'évolution de la précision en fonction de la taille des parcelles élémentaires utiles a montré qu'au-delà de vingt-cinq arbustes le gain était dérisoire. Il semble donc que suivant les traitements étudiés et les possibilités en surface, on peut se placer dans une fourchette voisine de 16-25 arbres utiles (soit 36-49 arbres par parcelle élémentaire totale carrée, comprenant la bordure).

R. Lotodé

PLANTATIONS RÉUNIES DE L'OUEST AFRICAIN

CACAO - CAFÉ

B.P. N° 30 - GAGNOA - République de Côte-d'Ivoire
Tél. : 77.20.57

État actuel des travaux de recherches sur les mirides du cacaoyer



Dégâts de mirides dans une plantation africaine
(Cl. Dupont de Dinechin, Côte d'Ivoire)

Partout où le cacaoyer est cultivé, il subit les attaques d'insectes piqueurs de la famille des *Miridae*. Qu'elles soient d'Afrique, d'Amérique, d'Asie ou du Pacifique, toutes les espèces nuisibles appartiennent à la sous-famille des *Bryocorinae*. Ce sont cependant les mirides africains et malgaches qui constituent les espèces les plus gravement préjudiciables à la culture du cacaoyer, puisqu'on leur attribue une perte d'au moins 30 % dans les recettes nationales des divers pays producteurs africains. Ces insectes sont donc un problème majeur pour la cacaoculture et depuis de très nombreuses années les chercheurs des divers pays, anglophones ou francophones, leur ont consacré beaucoup de temps et de savoir.

Pour leur part, les chercheurs de l'IFCC ont contribué à la mise au point d'une méthode de lutte rationnelle et économique contre ces insectes, sur la base des études biologiques et écologiques qu'ils ont eu à mener en Côte d'Ivoire, au Cameroun et à Madagascar. La synthèse de tous ces travaux se trouve dans un ouvrage, « Les mirides du cacaoyer », édité en 1977 sous la direction du Dr. E.M. Lavabre, Directeur du service d'entomologie de l'institut.

Au moment de la création de l'IFCC, la lutte chimique contre les mirides était menée à l'aide d'un insecticide du groupe des organo-chlorés, le lindane, qui, au fil des années, s'était révélé parfaitement stable et donnait toute satisfaction. Les chercheurs, libérés de la contrainte qu'est la recherche d'un produit efficace, ont pu affiner la méthode de lutte préconisée par la mise au point d'un calendrier de traitement, les premières observations ayant montré une variation saisonnière des populations de mirides en cacaoyère. C'est ainsi qu'en Côte d'Ivoire deux pics annuels de pullulation des mirides ont été mis en évidence, l'un, le plus important, en octobre, l'autre en février ; par contre, au Cameroun et à Madagascar, il n'existe qu'un seul pic situé en principe au mois d'octobre.

Les investigations bioécologiques ont été poussées plus loin, les chercheurs ayant voulu appréhender les causes présidant aux variations des populations de mirides dans l'espace et dans le temps, de manière à limiter les foyers d'infestation ou à les ramener à un niveau économiquement acceptable. C'est ainsi que le rôle de l'ombrage de tête ou de la frondaison continue a été mis en évidence dans la limitation des populations. L'élimination des arbres hôtes des mirides dans et autour des plantations, l'élimination des rejets de cacaoyers (gîte préférentiel de pontes) contribuent au maintien d'un faible niveau de population. Mais ces quelques mesures culturales ne suffisent pas à contrôler efficacement les mirides, de nombreuses causes

contribuant aux variations de leur pullulation. Longtemps discutés, les facteurs climatiques n'ont pu expliquer ces variations. Des études de biométrie ont mis en évidence un phénomène d'interattractivité et d'échanges avec l'environnement, probablement en liaison avec la sexualité. La synthèse de tous ces travaux a permis de proposer un schéma d'interprétation des variations des populations de mirides selon lequel les insectes trouvent en période de fructification des sites de repos, d'alimentation et de reproduction optimaux au niveau des troncs, ce qui entraîne un accroissement des populations ; avec la récolte, les mirides migrent vers les jeunes pousses qui se dessèchent sous l'effet de leurs piqûres, ce qui provoque un déclin rapide de la population, dû à une mortalité élevée des jeunes larves et à une migration des adultes hors de la cacaoyère. Cette interprétation confirme la nécessité de n'intervenir par des traitements chimiques qu'en début de période de progradation ; en dehors de ces périodes, les traitements sont inadéquats ou inutiles. Il est remarquable de noter que cette interprétation peut s'appliquer à plusieurs espèces de mirides, notamment *Sahlbergella singularis* Hagl. et *Distantiella theobromae* Dist. en Afrique, *Boxiopsis madagascariensis* Lav. à Madagascar, dans différentes zones écoclimatiques et géographiques.

Cette étude constitue un progrès essentiel dans la mise au point de la lutte anti-mirides effectuée, alors, aux époques adéquates ; elle permet en effet de n'intervenir qu'à coup sûr avec un minimum d'insecticide et de fréquence et par conséquent de rendre la lutte plus rentable et de ne perturber que très légèrement et très temporairement le milieu naturel, notamment l'entomofaune pollinisatrice. Il y a lieu de signaler ici qu'un traitement insecticide doit comporter deux applications à vingt-huit jours d'intervalle, compte tenu de la durée d'incubation des œufs de mirides. Quoi qu'il en soit, il a été possible de déterminer le seuil à partir

duquel le phénomène de progradation des populations commence. Une lutte, basée sur la mise en œuvre des applications d'insecticides lorsque le seuil minimal est atteint, a ainsi pu être engagée expérimentalement au Cameroun ; son principal avantage est la réduction de près de moitié du nombre de traitements insecticides. Elle requiert cependant une technicité élevée de la part des planteurs.

Les recherches bioécologiques sont complétées actuellement par l'étude de comportement du matériel végétal à l'égard des attaques de mirides. Elle montre deux types de comportement possibles ; il s'agit du phénomène d'attractivité et du phénomène de tolérance qui doivent être séparés, un même cultivar pouvant, par exemple, être attractif pour les mirides et bien supporter leurs attaques.

Si l'on sait qu'une fertilisation minérale correcte et un bon équilibre en eau du sol rendent tolérants des cacaoyers réputés sensibles, on comprend que les chercheurs orientent actuellement leurs travaux vers une meilleure connaissance de la physiologie du cacaoyer.

En fin de compte, les études sur la dynamique des populations, sur le comportement des cultivars de cacaoyers soumis aux attaques de mirides, en présence ou en absence de fertilisation du sol, visent un seul objectif, celui de réduire de façon significative le nombre de traitements insecticides contre les mirides.

Cette notion de réduction du nombre de traitements, outre son impact économique, a pris depuis ces dernières années une importance considérable, surtout en Côte d'Ivoire,

depuis qu'il a été établi, en 1978, que les mirides avaient acquis une résistance au lindane. Un produit de substitution a été adopté et a fait rapidement preuve d'instabilité dans son efficacité contre les mirides, mais aussi dans le contrôle de l'entomofaune dite secondaire. Les chercheurs doivent donc, plus que jamais, étudier de nouvelles molécules, tant sur le plan de l'efficacité que sur celui de leur effet à terme sur l'entomocénose, aucune de ces molécules ne semblant présenter le caractère de stabilité exceptionnelle qu'avait le lindane. Cette étude est complétée par la recherche d'appareils de traitements ayant une plus grande portée, donnant une efficacité meilleure, plus économe en bouillie insecticide que les appareils utilisés couramment.

B. Decazy

ZUMEX

MACHINE ECABOSSEUSE DU CACAO*



Modèle M-10 : 10.000 cabosses/heure
Modèle M-35 : 3.500 cabosses/heure

* Installations complètes
pour le traitement du cacao

BGN INTERNACIONAL S.A.

Ramblas, 140, 6º Tél. 301.34.54
BARCELONA-2, Spain Télex 51079 bgni e

État actuel des travaux de recherches sur les ravageurs du bourgeon terminal des jeunes cacaoyers



Dégâts graves causés par les chenilles d'*Earias biplaga* Wlk sur jeunes cacaoyers
(Cl. Nguyen-Ban, Côte d'Ivoire)

Les déprédateurs des jeunes pousses du cacaoyer

Lors de ces dernières années, les travaux de recherches sur les ennemis des jeunes pousses ont été orientés vers deux espèces bien répandues en Afrique tropicale à savoir, *Earias biplaga* (Wlk) — Lépidoptère, Noctuidae — et *Tyora tessmanni* (Aulm) — Homoptère, Psyllidae. Au niveau de l'apex du jeune cacaoyer, les étêtages répétés par ces ravageurs engendrent soit un retard excessif dans l'apparition de la couronne, soit un dessèchement sur pied du jeune plant lorsque celui-ci se trouve dans un environnement défavorable.

En ce qui concerne les chenilles épineuses, Smith au Ghana, puis Entwistle au Nigeria ont établi la relation entre la lumière et leurs déprédations dans les cacaoyères peu ombragées. Néanmoins, celles-ci ne sont pas les seules responsables de la dégradation des plantations puisqu'en 1967, A.D. Pickett et B. de Miré ont déjà cherché à lutter contre les psylles dans les cacaoyères ghanéennes et camerounaises. L'action conjuguée des deux insectes nuisibles est non moins spectaculaires en Basse Côte d'Ivoire, où près de 75 % des hybrides de six mois d'une parcelle agronomique exposée au soleil ont vu leurs extrémités détruites en saison sèche. Au Togo, une enquête récente sur l'état sanitaire des 50 000 jeunes cacaoyers du Kloto et du Litimé a révélé que 60 % des plants âgés de deux ans étaient dépourvus de couronne. La proportion dépassait, en moyenne, 70 % chez les sujets d'un an.

Résultats acquis et perspective de lutte

Earias biplaga (Wlk)

En Côte d'Ivoire, les recherches sur la biologie de cette espèce ont permis, d'une part de mieux situer la place du ravageur dans l'agrocénose, d'autre part d'élaborer une doctrine de lutte cohérente anti-noctuelle.

En période de reproduction, les femelles déposent leurs œufs sur les nervures des feuilles ou sur les parties rugueuses de la jeune tige. A l'éclosion, les larves se nourrissent des feuilles anthocyanées ou, en l'absence de celles-ci, creusent des galeries dans les nouvelles pousses du cacaoyer.

Le cycle de développement de la noctuelle dure, en moyenne, de 30 à 40 jours en Basse Côte d'Ivoire. Sur les huit à neuf générations émergentes de l'année, il a été mis en évidence un cycle endogène de reproduction à trois maximums séparés par des périodes de repos.

Les lignées à haut potentiel biotique qui apparaissent en janvier, avril et novembre possèdent un système autorégulateur d'une extrême finesse au niveau de l'ovogenèse. Par l'intermédiaire de la « poche dégénératrice » située sur le canal séminal, les femelles très fertiles sont en mesure de détourner une partie des ovocytes chorionnés de leur trajet normal. Après résorption dans l'organe spécialisé, les substances nutritives extraites des ovocytes mûrs dégradés sont recyclées dans le circuit des métabolites en vue de prolonger la survie des femelles

Préambule

En Afrique de l'Ouest, le problème de la protection phytosanitaire des jeunes hybrides s'est posé dès la mise en place de la cacaoculture intensive. L'allègement de l'ombrage dans les blocs industriels a exacerbé l'activité des ravageurs inféodés aux bourgeons terminaux, à telle enseigne qu'il s'est avéré nécessaire de redéfinir leur rôle dans le nouvel écosystème.

reproductrices. Ainsi, sur le plan fonctionnel, on assiste à une parfaite coordination entre la synthèse des éléments nourriciers en amont et leur réassimilation en aval.

Dans ce cycle intrinsèque, viennent interférer les facteurs abiotiques, qui remodelent le profil des pullulations.

Conjointement aux paramètres climatiques, les ennemis naturels d'*E. biplaga* peuvent constituer des facteurs limitants pour l'extension de l'espèce dans les zones de cacao-culture. En effet, dans la « boucle du cacao », le parasitisme intense des œufs de noctuelle par *Trichogrammatoidea lutea* (Gir) se traduit régulièrement par l'écèlement du sommet d'avril. En bordure de lagune où l'activité des chalcidiens est plus réduite, les lâchers massifs de *Trichogrammes* dans les vergers à la veille des grandes invasions ont permis d'augmenter de façon significative le taux de parasitisme naturel des œufs de noctuelle.

Vis-à-vis de la plante-hôte, les femelles reproductrices opèrent régulièrement un choix parmi les variétés de cacaoyer cultivées lors de leur ponte. C'est ainsi que, comparés à la faible réceptivité des Amazoniens (UPA 620, 609), les Trinitario (UF 667, ICS 95) se sont révélés extrêmement attractifs à l'égard de la noctuelle. Le caractère sensible, du moins en ce qui concerne l'UF 667, a pour origine sa forte pubescence, laquelle est capable de déclencher le réflexe d'émission des œufs chez les pondeuses.

Tyora tessmanni (Aulm) - *Psyllidae*

Bien répandue dans les zones de cacao-culture, *Tyora tessmanni* provoque des dégâts sur jeunes pousses, qui peuvent être confondus avec ceux d'*Earias biplaga*.

A maturité, les femelles insèrent leurs œufs dans les parties charnues des jeunes plants. En saison sèche, les larves néonates envahissent les bourgeons terminaux, où leurs prises de nourriture provoquent, à terme, le dessèchement du méristème terminal. Une défoliation avec formation de courts entrenœuds peut se produire en cas d'une implantation massive des larves sur les feuilles anthocyanées.

Au Cameroun, les variations d'abondance de psylles — étudiées par B. Decazy — montrent cinq maximums dans l'année, correspondant aux périodes où les poussées foliaires sont les plus nombreuses. Au Togo, les comptages bimensuels des jeunes pousses colonisées par les larves ont donné une courbe évolutive à plusieurs pics situés successivement en février, avril-mai, juillet, septembre-octobre et décembre. Les pullulations de février et mai sont les plus intenses et dominant nettement les autres séquences.

La présence continue des psylles en cacao-yère et la vie cryptique des larves expliquent que, souvent, les tentatives d'éradication avec les pesticides de contact n'ont donné que des résultats partiels. Seuls les insecticides systémiques, de manière délicate, parviennent à ramener le niveau des ravageurs à un seuil acceptable.

La sélection d'un matériel végétal résistant semble constituer une autre possibilité de lutte contre *T. tessmanni*. B. de Miré a ainsi essayé d'établir une échelle de résistance parmi les clones et hybrides plantés à la station de Barombi-Kang au Cameroun. De ses observations, l'auteur a dégagé le caractère résistant du clone UPA 134 en opposition à la sensibilité du SNK 13.

La résistance des cacaoyers aux ravageurs.

Il est maintenant bien démontré que les cultivars de cacaoyer introduits en Afrique n'offrent pas les mêmes réponses aux déprédations des nuisibles.

Dès 1945, Posnette, au Ghana, chercha à cerner la différence de sensibilité entre une variété locale de cacaoyer (Amelonado) et une sélection venant de Trinidad face aux attaques de mirides. Après une mise en veilleuse, la recherche d'un matériel résistant aux aléas fut reprise et étendue à plusieurs ennemis du cacaoyer. C'est ainsi que — outre les mirides — les psylles, noctuelles et cochenilles vectrices du « Swollen-Shoot », firent l'objet d'observations suivies dans plusieurs pays. Des travaux effectués, il ressort que :

— au niveau du comportement variétal, les Amazoniens sont plus tolérants aux aléas que les Amelonado et les Trinitario. Le caractère tolérant repose sur un support génétique transmissible à la descendance ;

— à l'intérieur d'une même variété (amazoniens), on trouve toutes les gradations dans l'échelle de sensibilité. Il s'agit, dans ce cas, d'une tolérance quantitative où tous les intermédiaires sont représentés au sein de la population ;

— lorsqu'un cultivar est attractif, ce caractère s'étend à des espèces très éloignées les unes des autres, telles que les mirides, psylles et noctuelles.

Néanmoins, il s'avère qu'en dernière analyse, aucune substance chimique ou particularité anatomique ne laisse soupçonner jusqu'à présent l'existence chez le cacaoyer d'une antibiose *sensu stricto*, source d'une résistance vraie chez certaines plantes cultivées (gossypol du coton, saponine de la luzerne...). A part la vigueur naturelle de certains clones, la faible réceptivité des amazoniens est à rapprocher de la notion de « non préférence » des auteurs anglosaxons, car elle est apparemment liée à des caractéristiques physico-chimiques de leurs organes aériens (rigidité et faible teneur en eau). A l'opposé, la turgescence et la pubescence de l'UF 667 (Trinitario) semblent constituer autant de facteurs favorables à l'implantation réussie des ravageurs.

Conclusion

La réussite d'une cacao-culture moderne implique la connaissance approfondie du rôle et de la place des ravageurs dans la chaîne alimentaire ainsi que leurs relations avec la plante-hôte cultivée. En ce qui concerne la faune des bourgeons, l'objectif est partiellement atteint puisque, la lutte chimique aidant, les résultats récemment acquis vont permettre d'élaborer un programme de lutte intégrée, fondé sur l'utilisation des auxiliaires utiles et d'un matériel végétal peu attractif aux insectes nuisibles.

J. Nguyen-Ban

État actuel des travaux de recherches sur les insectes ravageurs dits secondaires du cacaoyer : *Earias biplaga*, psylles, thrips, cicadelles...

Outre les mirides, principal fléau de la cacaoculture, certains insectes ravageurs considérés comme secondaires se montrent parfois très dommageables.

Sur jeunes cacaoyers, on citera :

— *Earias biplaga* Wlk et *Anomis leona* Schauss, dont les chenilles dévorent les jeunes feuilles et étêtent les cacaoyers, retardant ainsi la formation de la couronne du plant.

— *Mesohomotoma tessmanni* Auln (le psylle du cacaoyer), piqueur-suceur, qui agit au niveau des jeunes feuilles et des écailles du bourgeon terminal. Son action entraîne un avortement du bourgeon ou un raccourcissement des entre-nœuds et favorise la prolifération de rameaux.

— *Selenothrips rubrocinctus* Giard (le thrips du cacaoyer), piqueur-suceur, dont les attaques provoquent une chute des feuilles par suite de la destruction des cellules de l'épiderme.

— *Empoasca* sp. (cicadelle du cacaoyer), piqueur-suceur, qui provoque le recroquevillement des feuilles suivi de la destruction du bord du limbe et parfois de la chute des feuilles.

— *Tragocephala* sp., coléoptère, dont les larves forent les tiges, tandis que les adultes rongent l'écorce des plants.

— Les Crysomèles, les criquets et les sauterelles, qui perforent les feuilles.

Sur cacaoyers adultes, on retrouve les mêmes espèces. Les thrips et les psylles se rencontrent en outre sur les coussinets floraux, les fleurs et les fruits.

Les *Earias*, comme la plupart des autres chenilles telles que *Anomis*, *Lophocrama*, *Marmara*, *Characoma*, se montrent cependant plus préjudiciables sur les organes fructifères et les jeunes fruits que sur le feuillage. Les dégâts occasionnés par les psylles, les thrips et les cicadelles peuvent s'avérer parfois très sérieux, au point de nécessiter une intervention chimique.

On peut noter également des pertes considérables de fruits par suite des attaques de *Bathycoelia* sp., la punaise verte du cacaoyer.

Avec l'extension de la cacaoculture, l'adoption de nouvelles techniques culturales (plantation en pleine lumière) et la vulgarisation des hybrides, l'incidence des insectes ravageurs dits secondaires s'accroît de plus en plus. Aussi les études visant à leur meilleure connaissance aux plans biologie, écologie, dynamique de population, relation avec la plante-hôte, parasitisme naturel, action des insecticides, etc., en vue d'une mise au point de méthodes de contrôle appropriées, s'avèraient-elles indispensables.

Les travaux entrepris par l'IFCC dans ce domaine portent essentiellement sur *E. biplaga*, *M. tessmanni*, *S. rubrocinctus*, *Bathycoelia* sp. et *Tragocephala* sp.

Concernant *E. biplaga*, on lira avec intérêt l'article de J. Nguyen-Ban.

La biologie de *M. tessmanni* est connue. On a mis en évidence, au Cameroun, l'existence de cinq pics de pullulation des populations de psylles au cours de l'année liés aux périodes de poussées foliaires.

Cependant, le développement du psylle n'est pas synchrone de celui de la végétation. Certains insecticides de la famille des organophosphorés, notamment la parathion, le monocrotophos, le dicrotophos et l'acéphate, ont une efficacité suffisante contre cet insecte.

Les actions de recherche sur *S. rubrocinctus* ont permis de préciser quelques aspects de la biologie de l'insecte (ponte, incubation, stades de développement, cycle de développement) dans les conditions de culture de la Côte d'Ivoire. La reproduction se fait essentiellement par parthénogenèse avec prédominance des femelles (98 % de la population). On observe un pic de pullulation en juillet-août. De nombreux insecticides, notamment le fénitrothion, le diazinon et le propoxur, contrôlent suffisamment les thrips.

En ce qui concerne les tragocéphales, la méthode de lutte basée sur la destruction des organes végétaux atteints est recommandée. La biologie et la dynamique des populations gagneraient à être précisées.

Les travaux sur les variations annuelles des populations de *Bathycoelia* sp. montrent que d'une manière générale la lutte contre les mirides contrôle efficacement ce ravageur.

L'action très préjudiciable du complexe parasitaire dit secondaire, au niveau des boutons floraux, fleurs et jeunes fruits a été mise en évidence : plus de 50 % de pertes des jeunes fruits.

L'étude du comportement du matériel végétal vis-à-vis des psylles, des thrips et des cicadelles fait ressortir

une différence de sensibilité des cultivars mis à l'épreuve à l'égard des attaques des insectes. On a pu montrer tant au Cameroun qu'en Côte d'Ivoire que ce sont les mêmes cultivars qui se montrent tolérants aux attaques des psylles, thrips, cicadelles, *E. biplaga* et mirides. C'est ainsi que les clones UPA 402 et C 316 se révèlent tolérants, tandis que les clones C 409, C 412 et C 1 sont sensibles, ce qui semble permettre une

sélection précoce (stade pépinière) du matériel végétal tolérant vis-à-vis des attaques de mirides.

On note par ailleurs une action positive de fumures adéquates sur le contrôle des insectes piqueurs-suceurs, notamment les psylles, les cicadelles et les *Helopeltis*. Cet aspect fait l'objet d'une étude plus approfondie dans le but de déterminer les éléments minéraux concernés et leur dosage.

Alors que les mirides sont actuellement bien contrôlés, les ravageurs secondaires prennent une place de plus en plus importante dans la dégradation de la cacaoyère et la limitation de la production de cacao. Les travaux en cours visent à réduire l'incidence de ce complexe parasitaire par la mise au point d'une méthode de lutte rationnelle.

N. Coulibaly



**BIEN DES TASSES
NOUS DOIVENT
QUELQUE CHOSE.**

Nous sommes spécialistes du transport du café et du cacao.

- Agent Maritime.
- Transitaire agréé en douane.
- Membre de l'Association Française du Commerce des Cacaos.
- Membre de l'Association Française du Négoce International du Café.
- Représentant du Comité Technique du Marché International des cacaos en fèves de Paris.
- Représentant du Comité Technique du Marché International des Cafés Robusta de Paris et du Havre.
- Stockage, entrepôts agréés pour cacaos et cafés.

**Alfred
Balguerie
s.a.** 

S.A. au capital de 1 744 200 F.
447, boulevard Alfred-Daney,
33075 Bordeaux Cedex.
Téléphone (56) 39.33.33. Télex 560031.

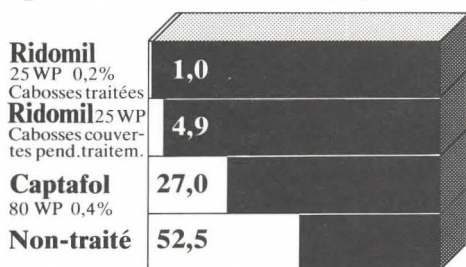
**BORDEAUX-LE VERDON. LA PALLICE.
LE HAVRE. MARSEILLE.**

La lutte contre la pourriture brune des cabosses du cacaoyer (Phytophthora) avec RIDOMIL® – le puissant fongicide systémique de CIBA-GEIGY

Les travaux de développement du RIDOMIL (métalaxyl), fongicide systémique découvert par CIBA-GEIGY, sont conduits depuis plusieurs années, dans différentes régions productrices de cacao dans le monde, donc avec diverses intensités d'infection. Ces activités ont démontré qu'en comparaison avec les fongicides de contact, le RIDOMIL assure des rendements plus élevés et permet de prolonger l'intervalle de traitement.

Lutte contre la pourriture brune des cabosses
Action systémique

Infection mesurée 54–60 jours après le dernier traitement (%)



Dans les régions à fort degré d'infestation, où l'intervalle standard entre les applications est court (2 semaines), comme en Afrique occidentale, l'utilisation du RIDOMIL permet de porter l'intervalle entre les applications à 3 semaines. La dose usuelle de 50 g de m.a./ha, pulvérisée à un volume moyen de 100 litres/ha, montre des avantages évidents en comparaison avec les fongicides de contact, pendant la période allant de la floraison et de la formation des cherelles, jusqu'au développement des jeunes cabosses. Les programmes de traitement au RIDOMIL permettent une réduction du nombre total des pulvérisations nécessaires.

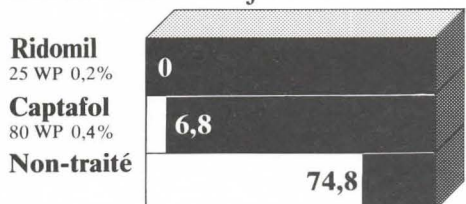
Résultats des essais avec RIDOMIL au Cameroun

Les travaux de développement dans ce pays sont effectués depuis 5 ans en collaboration avec les spécialistes de l'IRAF et de l'IRCC. Au cours des 2 années qui précéderont son introduction sur le marché en 1981, le RIDOMIL a été testé à grande échelle dans des essais couvrant une superficie de presque 300 ha. Il est utilisé sous forme de poudre mouillable contenant 25% de m.a., à la dose de 50 g de m.a./100 litres et à intervalle de traitement de 3 semaines, offrant ainsi une prolongation des intervalles par rapport aux fongicides de contact qui doivent être appliqués toutes les 2 semaines.

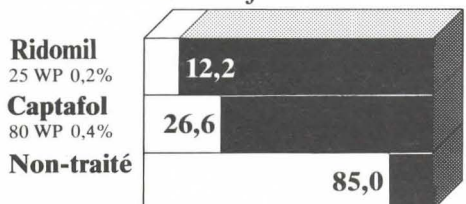
Lutte contre la pourriture brune des cabosses
Intervalles de traitement

Infection mesurée 50–60 jours après dernier traitement (%)

Intervalle 15 jours



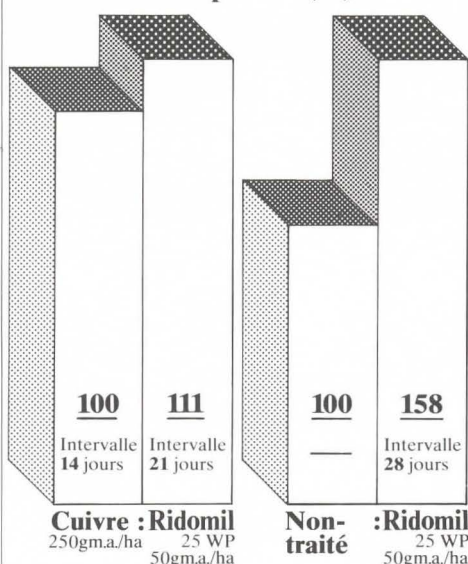
Intervalle 21 jours



En 1980, des essais de plein champ ont été effectués dans la région du Centre-Sud caractérisée par une pluviosité annuelle de 1500 à 1800 mm, répartie sur deux périodes distinctes, avril–juin (floraison et formation des cabosses = phase végétative) et septembre–novembre (maturation et récolte = phase maturation). Des comparaisons ont été faites entre des traitements cupriques et des traitements au RIDOMIL pendant la première saison des pluies en utilisant la méthode des couples (Muller et al. 1969) et entre des traitements au moyen de ces produits pendant toute la saison dans des essais sur grandes parcelles qui servirent à déterminer le rendement.

Lutte contre la pourriture brune sur des cabosses en développement et à maturité

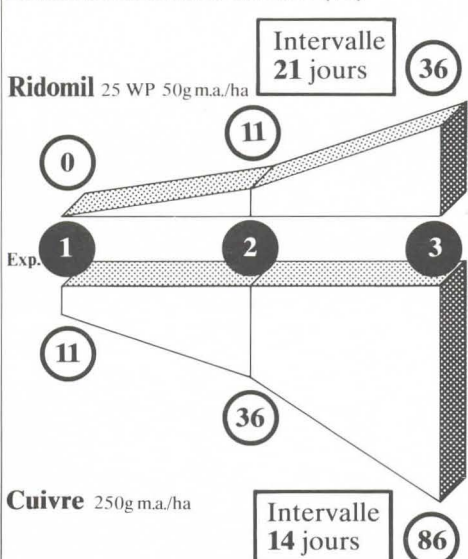
Rendements comparatifs (%)



Les résultats montrent une nette supériorité du RIDOMIL par rapport au standard cuprique, principalement pendant la phase végétative, jusqu'au stade «jeunes cabosses». Pendant la phase de maturation des cabosses, l'activité systémique est moins importante. Il y a ainsi une nette augmentation du rendement des cacaoyers traités au RIDOMIL, par rapport au rendement des arbres traités au fongicide cuprique.

Lutte contre la pourriture brune des cabosses pendant la floraison jusqu'au stade «jeune cabosse»

Infection mesurée en août (%)



Les constatations que le RIDOMIL est bien supérieur aux fongicides cupriques contre les Phytophthora sur de jeunes cabosses et que le fongicide cuprique exerce une activité égale sur les cabosses plus âgées, prouvent que la meilleure protection globale est obtenue par un programme combinant les deux types de fongicides.

RIDOMIL dans la pratique

Les résultats obtenus avec le RIDOMIL contre la pourriture brune des cabosses, dans la pratique, au Cameroun, Nigeria, Togo, etc. confirment amplement les essais conduits préalablement. La santé des plantations traitées au RIDOMIL à partir des stades cherelles et jeunes cabosses est telle, que – dans le cas du Cameroun – le nombre des applications est réduit de 11 en moyenne, avec fongicides de contact, à 4 ou 6 interventions seulement avec le RIDOMIL.

Les applications précoces au RIDOMIL sont possibles grâce à la très bonne tolérance par les cacaoyers, y compris pendant la floraison.

La protection systémique du RIDOMIL s'est révélée de loin supérieure à l'action des fongicides conventionnels, surtout en applications précoces. La matière active pénètre très vite dans les tissus des cherelles et des jeunes cabosses. Des tests ont démontré qu'après 30 minutes seulement, le RIDOMIL est déjà à l'abri de la pluie! A l'inverse des fongicides de contact qui perdent leur action à cause d'influences météorologiques, ne pouvant plus, ainsi, empêcher les spores de contaminer les cabosses, le RIDOMIL pénètre et reste actif dans les tissus des cherelles et des cabosses, empêchant le développement du pathogène. Cette protection remarquable et précoce augmente sensiblement les rendements: jusqu'à 30% de cabosses saines en plus et une proportion plus grande de grades I et II, en comparaison avec les fongicides de contact utilisés surtout pendant la phase de maturation des cabosses.

Un développement logique: le RIDOMIL® plus

La performance remarquable et persistante du RIDOMIL permet de réduire sensiblement le nombre des applications fongicides et de concentrer ces interventions sur la phase végétative, c'est-à-dire là où le RIDOMIL déploie le maximum de son action. Pour exploiter au mieux ces qualités, CIBA-GEIGY a développé une formulation spéciale associant le RIDOMIL et l'oxyde cuivreux.

Ainsi le RIDOMIL® plus offre une synthèse des deux actions – systémique et de contact – en doublant la protection contre la pourriture brune: la couche fongicide de l'oxyde cuivreux enveloppe les cherelles et les cabosses pour une protection extérieure, le RIDOMIL, persistant et à l'abri d'influences météorologiques, protège de l'intérieur.

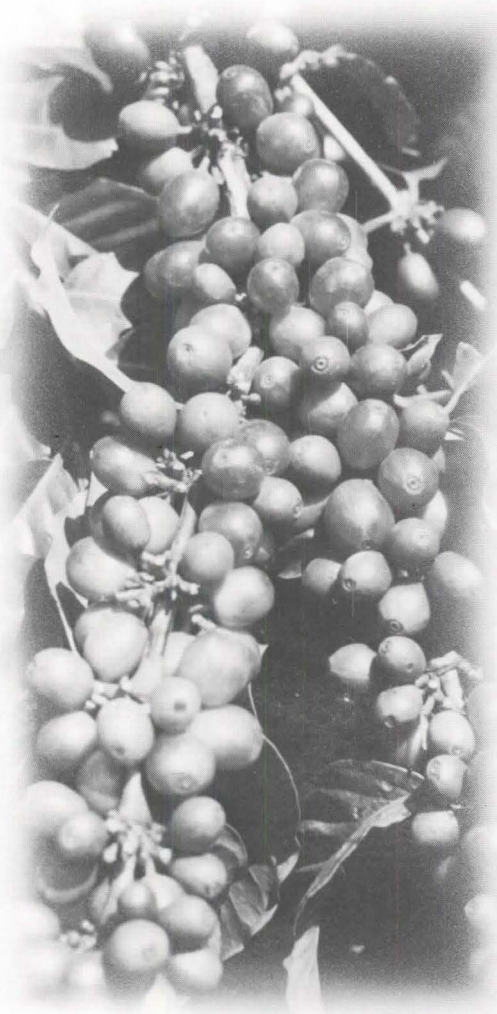
Le RIDOMIL plus, c'est une protection supérieure sous toutes les conditions climatiques, offrant une efficacité remarquable, pendant les intervalles portés maintenant à 21 jours et une flexibilité d'intervention bienvenue en cas de conditions défavorables.

Les essais du RIDOMIL plus réalisés en Afrique occidentale confirment pleinement ce concept par les résultats suivants:

Pourcentage de cabosses infestées (moyenne de tous les résultats*)

Oxyde de cuivre (seul) à 14 jours	RIDOMIL (seul) à 21 jours	RIDOMIL plus à 21 jours
15,4%	6,5%	6,2%

*aux doses recommandées



SANDOZ - PL 452

Caocobre®

Top quality fungicide for prevention of black pod disease (*Phytophthora sp*) on cocoa.

Also active against coffee leaf rust (*H. vastatrix* and others), CBD (*C. coffeanum*) and other diseases.

Fongicide de haute qualité pour la protection des cacaoyers contre la pourriture brune (*Phytophthora sp*). Protège les caféiers contre la rouille (*H. vastatrix* et autres), l'antracnose des baies (*C. coffeanum*) et autres maladies.

Ekalux®

Broad spectrum insecticide against Mirids (*Sahlbergiella singularis* and *Distantiella theobroma*) of cocoa and cola trees.

Formulations for conventional spray and thermofogging are available.

Insecticide à large spectre pour la lutte contre les mirides (*Sahlbergiella singularis* et *Distantiella theobroma*) des cacaoyers et colatiers. Formulations pour traitements conventionnels et en thermonébulisation.



Sandoz Ltd., Agro Division, **CH-4002 Basle (Switzerland)**
Sandoz S.A., Division Agro, **CH-4002 Bâle (Suisse)**

® = Registered Trade mark, property of Sandoz Ltd.
 Marque déposée propriété de Sandoz S.A.

NW010

La pourriture brune des cabosses du cacaoyer (*Phytophthora* spp.)

Bilan et perspectives



Cabosses atteintes de pourriture brune
(Cl. Normand, Côte d'Ivoire)

Importance du problème

La pourriture brune des cabosses du cacaoyer est due à quatre espèces de *Phytophthora* inégalement réparties dans le monde : *P. palmivora* partout présent et longtemps considéré comme seul responsable, *P. megakarya* là où les dégâts sont les plus graves, *P. capsici* signalé au Brésil et au Cameroun, *P. affinis citrophthora* qui ne cause en Côte d'Ivoire que 1 % des attaques. Universellement répandue, elle détruirait de 10 à 20 % de la production mondiale, les pertes atteignant dans certains pays plus de 50 % (Nigeria, Cameroun, Togo) : d'où les efforts de l'IFCC en vue de la lutte chimique, génétique et agronomique au Cameroun, en Côte d'Ivoire et au Togo en orientant les études en fonction des impératifs locaux et, complémentarément, à Montpellier.

La lutte chimique

C'est une nécessité impérieuse au Cameroun, victime des plus fortes attaques : des études d'épidémiologie très précises ont abouti, compte tenu de la localisation préférentielle de l'espèce dominante (*P. megakarya*) dans le sol, à un système d'application de traitements limités aux cabosses des troncs pendant la première saison des pluies, puis généralisés à toutes les cabosses pendant la seconde : dix à douze applications annuelles d'un fongicide de contact, accompagnées des mesures de prophylaxie adéquates, permettent un contrôle quasi total de la maladie. Ce système est envisageable au Togo dans les zones à *P. megakarya*. En Côte d'Ivoire (*P. palmivora*), les attaques sont trop faibles pour justifier des traitements. Mais l'adoption de cultivars à haute productivité et d'une fumure minérale doublant la production, modifie la situation : la contagion étant fonction de la densité des cabosses sur l'arbre, la maladie prend des proportions telles qu'il devient nécessaire de lutter chimiquement.

La lutte chimique définie pour le Cameroun est techniquement bien au point, mais elle est une trop lourde contrainte et n'a de ce fait jamais été appliquée convenablement ; malgré le doublement minimum des rendements, le travail qu'elle représente n'est que faiblement rémunéré. L'adoption de fongicides systémiques du type du métalaxyl, réduisant d'un tiers le nombre des applications, sera un progrès certain : des études conduites au Togo montrent que le danger d'apparition de races du pathogène résistantes est, sinon nul, du moins très limité.

Cette nouvelle génération de fongicides permet d'envisager une généralisation des traitements, partout où les niveaux d'attaques l'exigeront.

La mise au point de la lutte chimique a, du fait de l'hétérogénéité des

cacaoyères, nécessité des études de méthodologie expérimentale : les normes de l'expérimentation adaptées à ce milieu découlent d'une étude structurée de la production des cacaoyers ; la miniaturisation des essais permet avec précision de comparer des fongicides d'efficacité voisine.

On étudie les nouvelles molécules de fongicides systémiques tant au laboratoire central de Montpellier, où l'on définit leur niveau d'action *in vitro* (croissance mycélienne ou perturbation de la sporulation), ainsi que sur jeunes semenceaux, selon une méthode mise au point en Côte d'Ivoire, pour juger de leur migration dans la plante, que sur le terrain dans les conditions normales d'utilisation.

La lutte génétique

La séduisante solution génétique fait l'objet d'actives recherches : on a ainsi, pour le Cameroun, une bonne connaissance des réactions, à l'égard de *P. megakarya*, du matériel devant servir de base de sélection et l'indication que la résistance du cacaoyer est polygénique ou « horizontale », comme cela a été vu en Côte d'Ivoire pour *P. palmivora*.

La recherche de variétés résistantes est longue si elle repose sur des tests de sensibilité sur cabosses : les jeunes racines et les tiges jeunes réagissant à l'infection de *P. palmivora* dans le même sens que les cabosses, on a, en Côte d'Ivoire, montré la validité des tests précoces, permettant le criblage rapide des générations sans attendre la mise à fruit ; la même recherche est à faire pour *P. megakarya*.

La recherche de variétés résistantes doit en effet tenir compte de l'espèce de *Phytophthora* dominante dans chacun des pays : d'où l'intérêt des travaux menés à Montpellier où l'on étudie, comparativement, les relations hôte-parasite dans les quatre couples possibles cacaoyer —

Phytophthora qui apparaissent très différents.

Liés à la résistance, les phénomènes de prémunition observés en Côte d'Ivoire pour *P. palmivora*, la production de phytoalexines chez *Theobroma bicolor* et *T. grandiflora* seront peut-être un jour exploitables pratiquement : il est prévu que la biochimie de ces phénomènes fasse l'objet d'études à Montpellier.

Les mesures agronomiques

Des systèmes de cultures « aérées » (haies fruitières doubles séparées

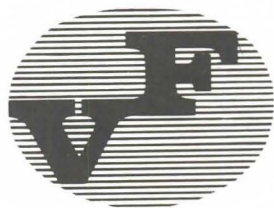
d'un espace libre) aptes à réduire l'activité parasitaire, et actuellement à l'étude, pourront contribuer à la solution du problème.

Conclusion

En conclusion, l'IRCC, grâce à ses études dans des milieux écologiques divers où sévissent les différentes espèces de *Phytophthora* responsables de la pourriture brune des cabosses, et à Montpellier où des études de physiologie comparative peuvent être faites sur ces espèces, embrasse tous les aspects du problème ; la grande masse des acquis

doit déboucher, à terme proche, sur un faisceau de mesures chimiques, génétiques et culturales, ayant une efficacité partielle mais complémentaire, apportant une solution économique progressive à cette grave affection.

R.A. Muller



Ets.V.FRINGHIAN

Produits agricoles tropicaux
Engrais et phyto-sanitaires
Produits chimiques

118 c, avenue de Saint-Julien
13012 MARSEILLE (France)
Tél. : **(91) 34.11.25**
Télex : 401 972 Vanylan Marseille
Télégrammes : Vetyverev Marseille



**LE CHOCOLAT AU LAIT
DES CHOCOLATS AU LAIT
DE**

Suchard

Les différentes espèces de *Phytophthora*, agents de la pourriture brune des cabosses du cacaoyer

Introduction

Quatre espèces distinctes causent les maladies à *Phytophthora* du cacaoyer, pourriture brune des cabosses en particulier : *P. palmivora* présent partout, *P. megakarya* le plus grave, *P. capsici* et *P. af. citrophthora*, moins répandus. On connaît pour certaines quelques-unes de leurs caractéristiques : structure chromosomique, morphologie, aspect morphocultural et conditions écologiques optimales en particulier. Mais beaucoup de questions restent posées : situé hors des zones de production cacaoyère, le laboratoire de phytopathologie de l'IFCC à Montpellier a réuni une collection mondiale de souches de *Phytophthora* appartenant à ces espèces, et a entrepris l'étude comparative de leur physiologie en vue de mieux comprendre leur pouvoir pathogène et leurs réactions propres à l'égard des fongicides systémiques.

Influence des facteurs ambiants

On a défini quelques critères commodes de distinction des espèces, complétant ainsi les données morphologiques classiques qui n'ont pas toujours une valeur taxonomique sûre :

- les milieux nutritifs standard permettent de différencier *P. palmivora* et *P. megakarya*, qui se développent mal sur PDA (Potato/Dextrose/Agar), de *P. capsici* et *P. af. citrophthora* qui s'y développent bien ;

- les températures létales sont de 29-30 °C pour *P. megakarya* et de 33-34 °C pour *P. palmivora* et *P. capsici*. Les écarts entre températures minimales et maximales pourraient avoir une incidence sur l'évolution des populations en cacaoyère.

On a mis en évidence les réactions différentielles des espèces à la lumière :

- les lumières blanche et surtout verte inhibent fortement la crois-

sance mycélienne de *P. megakarya*, l'alternance jour-nuit donnant aux cultures un aspect zoné caractéristique, mais n'affectent pas les autres espèces ;

- la lumière agit sur le métabolisme des lipides, dont l'étude a été entreprise en raison de leur implication dans la sporogénèse et de leur rôle possible dans la perméabilité des membranes liée à la sensibilité aux fongicides systémiques : si, à l'obscurité, les triglycérides constituent la fraction la plus importante des lipides mycéliens, aussi bien chez *P. palmivora* que chez *P. megakarya*, à la lumière au contraire, *P. palmivora* contient 2,5 fois plus d'acides gras libres, 3,5 fois plus de diglycérides et de lipides polaires, près de 2 fois moins de triglycérides que *P. megakarya*, plus riche en acide linoléique.

Pouvoir pathogène

Le pouvoir pathogène des différentes espèces a été étudié sur une gamme d'hôtes différentiels, et sur le cacaoyer infecté sur racines, épiphylls et feuilles. On a pu en distinguer les composantes :

- aptitude de l'agent pathogène à l'installation, forte avec *palmivora*, faible avec *citrophthora*, *megakarya* et *capsici* ;

- aptitude de l'agent pathogène à induire la résistance de l'hôte, forte avec les espèces les moins aptes à l'installation ;

- aptitude de l'agent pathogène à déstabiliser cette résistance induite, faible avec *palmivora*, *capsici* et *affine citrophthora*, forte avec *megakarya*.

La « spécialisation parasitaire » liée directement à l'aptitude à déstabiliser la résistance induite, conduit à une plus grande « compatibilité » de l'agent pathogène avec les tissus de l'hôte : *P. megakarya* semble être le plus hautement spécialisé au cacaoyer.

Des infections du cortex de cabosse ont permis de bien différencier *P.*

megakarya et *P. palmivora* en ce qui concerne leur capacité d'attaque ou capacité de pénétration des tissus non blessés.

Effet des fongicides systémiques

Les réactions des différentes espèces à l'égard des fongicides systémiques ont été étudiées sur le vivant — jeunes semenceaux inoculés au niveau des épiphylls et recevant le fongicide par voie racinaire ou foliaire — et *in vitro* : on a noté une forte diversité des réponses, aussi bien sur le vivant qu'en culture, les différents fongicides pouvant agir, suivant les espèces, sur l'aspect morphocultural, sur la croissance mycélienne, sur l'abondance des sporocystes, ou sur leur faculté d'émettre des zoospores ou de germer directement, ces effets étant indépendants les uns des autres.

D'où la nécessité de bien connaître les espèces auxquelles on est confronté avant d'adopter un traitement, et de juger les fongicides systémiques sur leurs différents effets, une action antisporelante pouvant être exploitée pour son rôle dans l'épidémiologie.

Conclusion

Les travaux du laboratoire de phytopathologie de l'IFCC en France, portant sur la comparaison de la physiologie des espèces de *Phytophthora*, ne pourraient être faits dans les pays producteurs pour des raisons de prophylaxie évidentes ; ils sont complémentaires de ceux qui sont conduits sur le terrain, parce que de nature à orienter les stratégies de la lutte chimique, puisqu'ils éclairent sur les réactions des différentes espèces aux fongicides, et de la sélection, puisqu'ils renseignent sur les relations hôte-parasite dans les quatre couples possibles cacaoyer - *Phytophthora*.

G. Blaha



BANANIA

La Société Banania,
1^{er} fabricant français de poudre chocolatée.

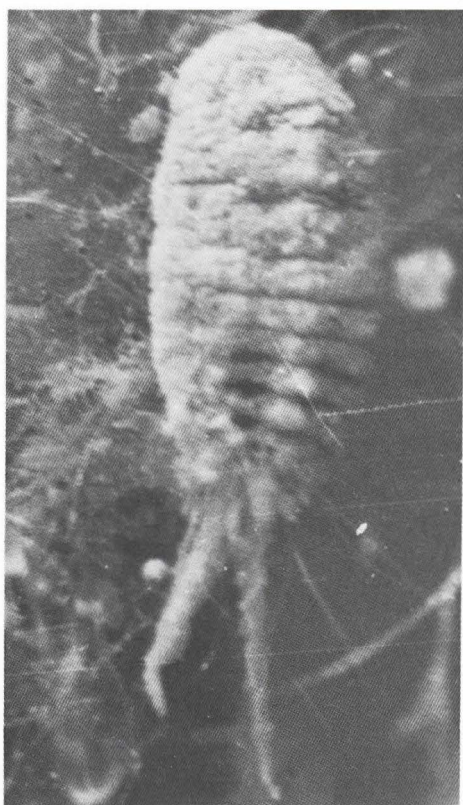
Marques : Banania, Benco.
18 000 tonnes/an.

Les cochenilles vectrices de la maladie du swollen shoot au Togo

Préambule

Les hybrides plantés en zone infestée par le swollen shoot du Togo hébergent très tôt plusieurs espèces de Pseudococcines vectrices de la maladie. C'est ainsi que, dans le Kloto, des manifestations graves de la virose ont été observées sur les jeunes cacaoyers de trois ans installés après arrachage des arbres malades. Cette situation a nécessité la mise en place, dès 1980, d'un programme de recherches en deux volets :

- inventaire et étude de la distribution spatio-temporelle des Pseudococcines vectrices du swollen shoot dans les zones sensibles ;
- mise au point d'une méthode de protection chimique des plants contre l'entomofaune nuisible.



Ferrisia virgata (Cook)

Les peuplements coccidologiques et leurs variations saisonnières au Togo

Identification et sites d'observation

Les prospections dans différents types de plantations du Kloto et du Litimé ont permis d'identifier, jusqu'à présent, six espèces de Pseudococcines toutes vectrices d'une ou de plusieurs souches de virus. Il s'agit de *Pseudococcus njalensis* (Laing), *Pseudococcus kenya* (Le P.), *Pseudococcus longispinus* (L.), *Pseudococcus hargreavesi* (L.), *Ferrisia virgata* (Cook), *Formicococcus tafoensis* (Takah).

Le cycle évolutif de ces espèces a été suivi en deux points du Kloto. Le premier champ d'étude est constitué d'hybrides de quatre ans, plantés au flanc du Mont Agou. Le second site d'observation est situé en plaine, à la station expérimentale de Tové.

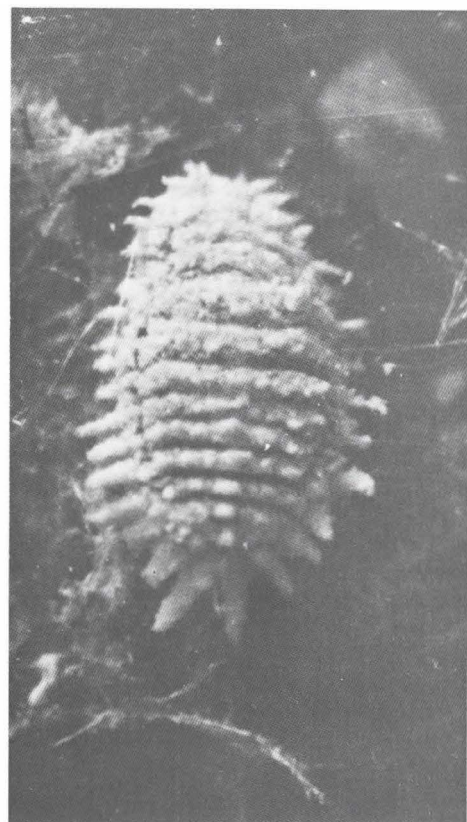
Variations saisonnières des pseudococcines en plantation

Jeune cacaoyère

A Agou Etoé, les *P. kenya* constituent l'espèce dominante de la faune coccidologique avec 72,6 % de la population totale. Leurs fluctuations saisonnières comportent trois périodes de pullulation intervenant en janvier, mai et août-septembre. La dernière invasion de l'année est de loin la plus importante, car elle s'étend sur une durée de six mois. Les espèces telles que *F. virgata*, *P. njalensis* et *P. longispinus* se montrent plus discrètes et n'apparaissent que de façon épisodique au sein de l'entomocénose.

Cacaoyère adulte

A Tové, les proportions relatives des espèces de cochenilles diffèrent sensiblement de celles d'Agou Etoé.



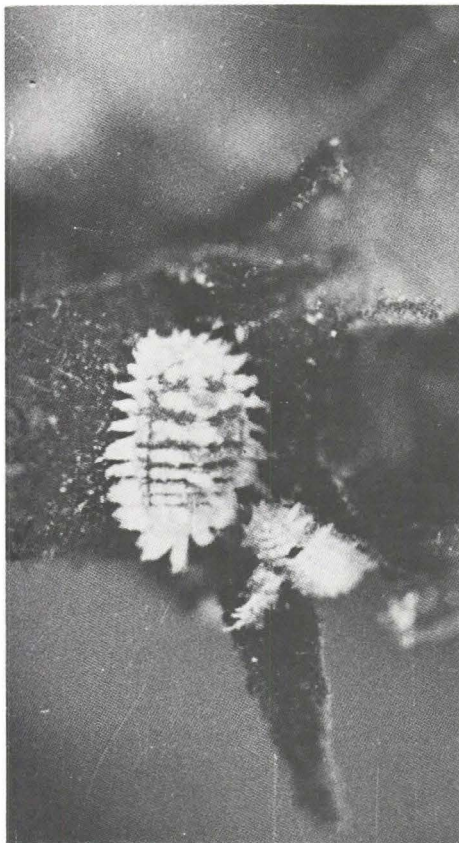
Pseudococcus kenya (Le P.)

Sur près de 10 000 colonies dénombrées en douze mois, les *P. njalensis* et *P. kenya* représentent respectivement 81,3 % et 17,1 % de l'effectif des chenilles vectrices.

L'infestation des *P. njalensis* débute en décembre puis atteint un maximum en mars. L'arrivée des premières pluies d'avril amène la régression de la population en cacaoyère. En juin-juillet, les *P. kenya* prennent le relais et se maintiennent pendant la période humide de l'année. En décembre, la venue du vent de harmattan met un terme à l'expansion de l'espèce dans l'agrobiocénose.

Discussion

En zone menacée par le swollen shoot, il est important de différen-



Pseudococcus hargreavesi (L.)

cier les deux types d'habitat dans lesquels les *P. njalensis* et *P. kenyae* peuvent évoluer.

Mieux arrosées et souvent encadrées de cours d'eau, les jeunes cacaoyères d'Agou bénéficient d'un microclimat particulièrement propice à l'implantation des *P. kenyae*, dont l'invasion a lieu en période pluvieuse de l'année. En zone plus aride, ces cochenilles cèdent la place aux *P. njalensis* qui abondent en saison sèche. Dans les cacaoyères en production, la compétition alimentaire n'entre pas en ligne de compte pour la survie des espèces. Seules les conditions climatiques semblent constituer les facteurs limitants dans l'évolution des Pseudococcines.

La lutte chimique antiochenille

Les essais comparatifs d'insecticides en jeunes cacaoyères montrent que les Pseudococcines sont sensibles aux organophosphorés.

En pulvérisation foliaire, le Folimat 80 CE, l'Orthène 50 CE et le Triazo-

phos 40 CE contrôlent parfaitement les ravageurs à la dose de 528 g m.a./ha. En badigeonnage au collet et grâce à ses propriétés endotherapiques, le Monocrotophos 60 CE dilué assure une protection complète des jeunes cacaoyers au-delà de deux mois.

Conclusion

Dans les jeunes vergers du Kloto, les *P. kenyae* constituent l'espèce dominante dans les endroits humides. Leur courbe de croissance passe par trois maximums situés en janvier, mai et août-septembre.

Plus adaptées à la sécheresse, les *P. njalensis* sévissent en saison sèche dans les cacaoyères de zone aride.

J. Nguyen-Ban

GENERAL

COCOA

(FRANCE)

Société de Négoce
International de Cacao
et des Produits dérivés
(beurre, poudre, etc.)

Tél. : 296.15.26 - Télex 230 402

Le swollen shoot du cacaoyer au Togo : bilan des connaissances acquises et perspectives

L'étude du swollen shoot a été entreprise au Togo par l'IFCC en 1977, à la demande du gouvernement togolais, grâce à un financement du ministère du Développement rural et de la Mission française d'Aide et de Coopération de Lomé. Une équipe pluridisciplinaire composée de chercheurs togolais et français a été constituée pour apporter dans les meilleurs délais des solutions efficaces et vulgarisables dans la lutte contre cette affection.

Un programme a été établi et planifié en plusieurs étapes : la première appelée « phase orientative » a permis de faire un choix parmi les voies de recherches possibles et de ne retenir que les plus prometteuses. La deuxième doit en 1985 aboutir à la définition des méthodes de lutte ; enfin au cours de la troisième étape, les possibilités de vulgarisation doivent constituer le thème essentiel du travail.

Bilan

Depuis quarante ans, l'objectif recherché est l'éradication de la maladie : arrachage des arbres malades et replantation avec du matériel sélectionné. Constatant l'échec de ce mode de lutte dans les pays voisins, nous avons envisagé d'abord le sujet de façon différente et tout d'abord de préciser notre connaissance de la maladie : les différentes formes observées, les plantes-hôtes herbacées, les vecteurs, l'agent pathogène et l'amélioration du cacaoyer.

LES FORMES OBSERVÉES

Au cours d'une prospection approfondie, nous avons mis en évidence cinq formes différentes de la maladie. Trois d'entre elles ont particulièrement retenu notre attention.

La forme grave « Ag 1 »

« Ag 1 » attaque 12 % des surfaces plantées et se manifeste par des

symptômes particulièrement sévères : chute de production, morphogénèse anormale, apparition de mosaïques sur les feuilles et de gonflements sur les rameaux ; elle peut entraîner la mort de l'arbre en trois ans.

Nous avons montré que les équilibres hormonaux étaient perturbés par « Ag 1 » et que les processus d'absorption de l'eau et des éléments minéraux étaient modifiés. L'apport de sulfate de magnésium dans un tampon phosphate de potassium à pH 7,0, par pulvérisation foliaire, permet cependant de supprimer les mosaïques et surtout de rétablir la croissance normale de jeunes plants élevés en serre.

En outre, un dérèglement de la biologie florale est induit au niveau de la sporogénèse et de la fécondation. Grâce à ces observations, une méthode d'indexation précoce a été définie et des chimères de tissus haploïdes et diploïdes dans la descendance d'arbres malades ont été mises en évidence : c'est le premier cas d'haploïdie induite signalé chez le cacaoyer.

Formes faibles « An » et « Ag 1-a »

« An » et « Ag 1-a » se caractérisent, l'une par la formation de gonflements, l'autre par l'apparition tardive de mosaïques. Aucune des deux n'affecte la production. Une inoculation par la forme grave « Ag 1 » reste inefficace si une infection préalable par « An » ou « Ag 1-a » a été pratiquée (prémunition), mais si les deux formes faibles sont inoculées simultanément à un même plant, les symptômes « Ag 1 » sont reproduits (complémentation au niveau du mode d'action). Il existe donc des relations étroites entre ces trois formes de la maladie.

Enfin, une différence de sensibilité « *in situ* » à la chaleur a été mise en évidence pour ces différentes for-

mes : « An » et « Ag 1-a » sont thermosensibles alors que « Ag 1 » est thermorésistant.

PLANTES-HÔTES HERBACÉES

Certaines plantes herbacées peuvent jouer le rôle de plantes-relais : si un extrait de *Commelina erecta* infecté artificiellement par « Ag 1 » est inoculé à des plants sains de cacaoyer, les symptômes « Ag 1 » sont reproduits. Cependant, si la même expérience est réalisée avec *Xanthosoma sagittifolium*, c'est la forme « An » qui se manifeste après rétro-inoculation.

LES VECTEURS

Six espèces de cochenilles vectrices du swollen shoot ont été identifiées au Togo. Mais un certain nombre d'inconnues demeurent concernant la transmission : certaines observations plaident en faveur d'un mode « non circulant - semi persistant » (phase de latence très brève), d'autres pour un système « circulant » (transmission après une mue).

L'AGENT PATHOGENE

Dans l'intention de vérifier les règles de Koch, nous avons mis au point une méthode de purification, qui nous a permis de caractériser, par son coefficient de migration en électrophorèse de zone, une nucléoprotéine infectieuse. Elle induit les symptômes « Ag 1 » après inoculation à des plants sains et peut être à nouveau isolée de ceux-ci. Une particule virale a été observée au microscope électronique à partir des tissus malades, mais nous ignorons encore s'il s'agit bien de la nucléoprotéine, que nous avons définie par des critères physicochimiques.

AMÉLIORATION GÉNÉTIQUE

Il nous faut au plus vite disposer d'arbres résistants à la maladie, c'est pourquoi une stratégie d'amélioration a été élaborée : elle com-

prend une phase d'évaluation du mode d'hérédité et de sélection et une phase d'amélioration par récurrence. Les introductions de matériel végétal et les premières pollinisations artificielles ont été faites dès 1978. Les plants en résultant ont été plantés en un essai diallèle incomplet (modèle de Kempthorn).

Lutte et perspectives

Le système « environnement - plante-relais - vecteur - cacaoyer - maladie » est trop complexe pour que la suppression des arbres présentant des symptômes suffise à éradiquer le swollen shoot. Des essais sur le terrain montrent qu'une bonne gestion des plantations permet de cultiver des cacaoyers en zone d'endémie. Il faut, pour cela, retarder l'apparition de la maladie, éviter le développement de l'épidémie et ralentir son évolution. Nous nous proposons donc d'approfondir un certain nombre de connaissances

pour simplifier l'application de ce schéma :

— retarder l'apparition de la maladie, c'est-à-dire détruire les foyers existants avant replantation. Il faut alors disposer de méthodes d'indexation (biologiques, sérologiques) et mettre au point des techniques culturales défavorables à la propagation. Une connaissance approfondie de la dynamique des populations de cochenilles est également indispensable.

— éviter le développement de l'épidémie. Dès qu'un arbre manifeste des symptômes, il devient nécessaire de l'éliminer, de même que ses voisins en état d'infection latente. Cependant, ce type d'intervention doit être précoce et cesser dès que 7 à 10 % des arbres sont concernés : la perte due aux mesures prophylactiques dépasserait alors celle qui est la conséquence de la maladie.

— ralentir l'évolution de la maladie en plantant des arbres résistants et

en favorisant les défenses naturelles de l'arbre (prémunition, amélioration de l'alimentation en eau et en éléments minéraux disponibles).

Conclusions

Ce bilan des connaissances acquises nous a montré qu'un certain nombre de voies de recherches pouvaient être exploitées : les méthodes d'indexation doivent être améliorées, les possibilités d'intervention dans les processus physiologiques précisées et la connaissance du mode de transmission de l'agent pathogène acquise. En outre, la disposition d'un matériel végétal tolérant doit nous permettre de gérer la situation et de pouvoir rapidement proposer à la vulgarisation des méthodes simples et efficaces.

Groupe de recherches sur le swollen shoot du cacaoyer : M. Partiot, Y.K. Amefia, C. Cilas, E.K. Djiekpor, B. Dufour, J.F. Lenain et Essivi Mississo.

Comptoir Commercial

ANDRE & Cie

Import - Export

CAFÉS - CACAOS

B.P. 14

13254 MARSEILLE Cedex 6

Télex 410 033 ANDRECO

La fermentation du cacao en lit fluidisé à trois phases

A partir d'un procédé élaboré par l'IFCC et d'un transfert technologique de matériel utilisé en malterie (Nordon-Hourdin), une installation de traitement — fermentation et séchage — a été conçue et fonctionne en semi-continu. Elle permet d'accélérer les phases de multiplication des levures, de travail des levures (transformation des sucres en éthanol) et des bactéries (transformation de l'éthanol en acide acétique) en jouant sur les conditions de température et d'oxydation.

Afin de mieux maîtriser encore les phénomènes de fermentation, une collaboration étroite avec l'USTL (Université des Sciences et Techniques du Languedoc) et l'ENSAM (Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie de Montpellier) a permis de mettre au point en laboratoire une

méthode originale de fermentation du cacao basée sur le lit fluidisé à trois phases. Les fèves sont mises à fermenter en milieu liquide et soumises à une agitation par un flux d'air ascendant, qui assure en outre l'oxydation du milieu. De cette manière, les principaux paramètres sont contrôlés (température, teneur en oxygène, pH), mais en outre les souches de levures et de bactéries préalablement sélectionnées travaillent avec un maximum d'efficacité. La durée de l'opération sera raccourcie à trois jours, car les réactions internes de dégradation des protéines et des polyphénols sont accélérées notamment au niveau des vitesses de diffusion.

Les essais de laboratoire s'étant révélés prometteurs, un appareil pilote a été construit par la société

Gatineau et est à présent en cours d'expérimentation à l'IRCC en Côte d'Ivoire.

Une étude appropriée des micro-organismes les plus favorables aux différents types de transformation (alcoolique, acétique, protéolytique) permettrait en outre de sélectionner les souches favorisant le maximum de composés précurseurs d'arômes.

Cependant, une telle méthode entraîne une plus grande fragilité de la fève au moment du séchage et en particulier de la coque, qui se fissure et se casse aisément en phase hygroscopique. Un séchage par fluidisation est également envisagé pour éviter cet inconvénient, tout en augmentant sensiblement la vitesse de séchage.

J.-C. Vincent

**matériel
de manutention
mécanique
et pneumatique
des produits en vrac**

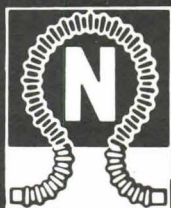
**spécialement étudié pour
les industries alimentaires :**

**MALTERIE - LEVURERIES
BRASSERIES - SUCRERIES
Usines de traitement du cacao**

**élévateurs,
transporteurs
à chaîne,
transporteurs
mobiles suspendus**

**céréales,
malt, sucre, etc.**

bca nancy 5665



NORDON & Cie

9, av. du XX^e Corps - B.P. 441 54001 Nancy Cédex
Tél. (8) 329.80.60 - Télex 960040

L'industrialisation du traitement du cacao dans les pays producteurs

Introduction

La production de cacao dans les pays de l'Afrique centrale et de l'Afrique occidentale repose en grande majorité sur une multitude de petites plantations familiales où s'effectuent récolte, fermentation et séchage. Les quantités traitées par chaque planteur étant faibles, les lots rassemblés pour l'exportation sont généralement très hétérogènes. On a envisagé, pour remédier à cette situation, l'industrialisation des traitements technologiques en créant des usines, soit au centre d'un certain nombre de petites plantations, soit dans des grandes plantations industrielles, dans le cadre de projets de développement.

L'industrialisation pose un certain nombre de problèmes : si elle libère les planteurs de quelques tâches en leur permettant de disposer de plus de temps pour leurs exploitations, elle oblige les usines à prendre à leur compte d'importants frais d'investissement et de fonctionnement. Les planteurs réalisent la fermentation dans de petites caisses en bois ou en matière plastique et le séchage au soleil ; dans les usines, par contre, on devra mécaniser la manutention et réaliser un séchage artificiel intégral. Dès le départ il est donc évident qu'une amélioration de la qualité par le biais d'un traitement industriel va coûter plus cher, car il n'est pas question de diminuer la rémunération des planteurs en soustrayant le prix du travail qu'ils ne font plus.

L'IFCC s'est attaché à définir des usines adaptées à différentes situations : les problèmes changent suivant le niveau de production et suivant le lieu d'implantation, un équilibre étant à trouver entre le coût de la mécanisation et celui de la main-d'œuvre.

Mécanisation de l'écabossage

Lorsque l'on crée une plantation industrielle, le premier goulot d'étranglement technologique est l'écabossage. Il faut, à peu de choses près, autant de journées de travail pour la récolte que pour l'écabossage : c'est-à-dire qu'en plus du coût se pose la question de la disponibilité de la main-d'œuvre.

Il a donc fallu étudier le problème de l'écabossage mécanique. L'IFCC a pu s'associer avec la SATMACI en Côte d'Ivoire pour participer à la mise au point d'une écabosseuse Zumex à gros débit proposée par les Talleres Miguel à Valence (Espagne). L'écabosseuse est prévue pour 8 à 9 000 cabosses à l'heure, elle effectue le travail de 40 personnes en ne nécessitant qu'un conducteur et quatre manœuvres. Les cabosses sont éclatées dans un batteur, les fèves sont extraites dans un tambour grillagé rotatif muni de rouleaux caoutchoutés extracteurs des placentas. Les pertes en fèves sont évaluées à 1,3 kg pour cent cabosses, la consommation est de 1,5 litre d'essence à l'heure. Malheureusement le prix de l'écabosseuse est tel que le prix de revient est le même que celui obtenu avec l'écabossage manuel : cette solution ne peut donc être préconisée que lorsqu'il y a pénurie de main-d'œuvre. Le service de technologie a donc recherché d'autres types de matériel et a pu participer à la mise au point de deux écabosseuses plus petites, fabriquées par les Établissements Jean de Bru à Carcassonne. La première, la Cacaoette, prévue pour 1 500 à 2 000 cabosses à l'heure, nécessite deux ouvriers ; elle fonctionne avec un moteur à essence de deux chevaux ; les cabosses sont amenées par un tapis roulant sur un couteau

qui les coupe en deux selon leur diamètre. La deuxième est en cours d'essai en Côte d'Ivoire, sa conception est beaucoup plus astucieuse : elle fonctionne manuellement (un moteur sera cependant proposé en option), les cabosses sont coupées dans le plan sagittal ce qui facilite beaucoup l'extraction des fèves dans le tambour grillagé prévu à cet effet ; le débit prévu est de 3 000 cabosses à l'heure.

Industrialisation de la fermentation et du séchage

Il est plus facile de rentabiliser un traitement industriel dans le cas des usines situées au centre de petites plantations villageoises : l'usine peut fonctionner à pleine capacité pendant toute la durée de la campagne, c'est-à-dire une centaine de jours par an ; en période de pointe de récolte, les planteurs sont obligés de traiter eux-mêmes une partie de leur récolte. Dans le cas des usines de plantations industrielles, on est obligé de surdimensionner les installations en calculant la capacité de traitement d'après la production des jours de pointe ; cette production étant évaluée à 2 % de la récolte, ces usines ne travaillent à plein qu'une quinzaine de jours par an.

La fermentation est envisagée soit en caisses disposées en cascade ou à plat, soit en couloir selon une technologie mise au point en malterie. Les caisses en bois, dont le volume peut atteindre 5 m³, sont d'une utilisation simple, elles sont relativement résistantes et aident à l'ensemencement des différents lots de cacao. Afin de diminuer les frais d'investissements entraînés par une disposition des caisses en cascade, un système de manutention par vis sans fin en acier inoxydable a été

mis au point pour faire passer le cacao d'une caisse dans l'autre lorsqu'elles sont toutes au même niveau. Ces mêmes vis sont utilisées pour vider la dernière rangée de caisses sur le séchoir ou sur une bande transporteuse qui conduit au séchoir. La technologie de la fermentation en couloir est plus sophistiquée : le cacao subit une fermentation continue d'un bout à l'autre du couloir, sa progression étant assurée par un transporteur-remueur ; le couloir bétonné, dont le fond est en acier inoxydable perforé, est muni de registres permettant à tout moment d'insuffler de l'air humide à température connue selon les besoins de la fermentation qui dure quatre jours. La dernière portion du couloir constitue le séchoir.

Le séchage en usine est forcément artificiel : toutes les études ont montré que, dès que la production atteint une centaine de tonnes par an, il n'est pas rentable d'utiliser le séchage solaire. Avant d'opter pour un quelconque système de séchage, le service de technologie s'est attaché à définir les conditions de séchage permettant d'aboutir à une qualité équivalente à celle du séchage solaire. Les résultats de ces études montrent que le séchage doit durer vingt heures au moins et que l'air de séchage ne doit jamais dépasser la température de 65 °C. Ces conditions rendent très difficile l'obtention de bons rendements énergétiques. Le cacao doit être fréquemment remué pour éviter la prise en masse, l'épaisseur de la couche est définie par le système de remuage utilisé. Les premiers séchoirs construits furent des séchoirs statiques horizontaux à sole inox perforée, permettant de sécher une couche de 30 cm de cacao dans les conditions indiquées plus haut. Un remueur muni d'une

lame bull permet d'homogénéiser la masse au cours du séchage, la lame bull étant utilisée pour la vidange du séchoir. Dernièrement, un séchoir à deux étages a été conçu avec la société Hourdin-Law pour une plantation au Zaïre dans le but d'améliorer le rendement énergétique : le séchage se fait en deux temps, une phase sur chaque plateau, l'air du plateau inférieur (cacao en fin de séchage) étant utilisé pour sécher le cacao fraîchement fermenté du plateau supérieur.

Le poste séchage consomme beaucoup d'énergie ; il faut 1 500 à 1 800 Kcal par kg d'eau évaporée, c'est-à-dire environ 80 litres de fuel par tonne de cacao marchand, la teneur en eau passant de 55 à 7 %. Les recherches ont porté sur les énergies de substitution : on a par exemple envisagé de grouper les usines à cacao et les usines de décorticage de café qui produisent des tonnages importants de coques peu utilisées jusqu'alors. Malheureusement, les études financées par la DGRST avec la Société Pillard n'ont pas encore abouti à la construction d'un brûleur fiable : la conception du premier prototype obligeait à fonctionner à des températures telles qu'aucun matériau réfractaire n'a pu résister. Les recherches sur l'utilisation de brûleurs à poudre (nécessitant le broyage des coques) ou de gazogènes à lit fixe ou à lit fluide continuent. En attendant les projets d'usines proposent un séchage mixte au bois et au fuel.

Le conditionnement du cacao produit industriellement est très particulier ; après séchage le cacao est très fragile et il faut en tenir compte dans les manutentions. Les études techniques ont montré que seules les bandes transporteuses inclinées ou les élévateurs à bande à godets peuvent être utilisés à la sortie du

séchoir. Une ventilation d'air ambiant dans une trémie permet alors de pratiquer la « dry aeration », procédé qui contribue à éliminer les derniers points d'humidité tout en diminuant les tensions internes des fèves. En général, le cacao doit subir un dernier traitement en catador pour séparer les différents déchets : c'est notamment le cas lorsque l'écabossage est mécanique ; ce n'est qu'à ce stade en effet qu'il est possible de séparer les débris de cabosses, dont la granulométrie est la même que celle des fèves de cacao.

Conclusion

L'industrialisation de la fermentation et du séchage du cacao semble nécessaire à l'obtention d'une bonne qualité homogène. Cette industrialisation se heurte à un certain nombre de problèmes qui sont souvent loin d'être résolus, le plus important étant actuellement le poste énergie pour le séchage. Les recherches de nouvelles solutions sont en cours, elles nécessitent souvent des frais d'études importants que l'IFCC ne peut prendre en compte ; c'est en partie la raison de l'arrêt des usines de fermentation continue en Côte d'Ivoire : les quantités de produits mises en œuvre ne permettent pas de conduire un nombre d'essais suffisant pour définir les paramètres du traitement, il y a en effet toujours un risque d'échec entraînant la perte de cacao en fermentation. Parallèlement aux projets de recherches définis plus haut, le service de technologie tente de mettre au point avec l'ANVAR et la société Gatineau Industrie un nouveau système de fermentation continue en lit fluidisé à trois phases.

F. Challot

Recherches dans le domaine de la chimie sur la fermentation du cacao

La qualité d'un chocolat élaboré à partir d'un lot de fèves de cacao non « fermentées » se caractérise par une forte astringence, un manque d'arôme et une amertume élevée. Ce n'est qu'après « fermentation » que la cacao conduit à un chocolat aux qualités désirées.

Les sujets de recherche du laboratoire de chimie-technologie s'inscrivent alors naturellement dans le thème général de la définition d'un indice de fermentation. Nous exposerons ci-dessous les deux travaux principaux effectués sur des fèves de cacao hybride (IFCC Côte d'Ivoire). Ceux-ci ont pour objectif :

- une meilleure connaissance de la matière première de l'industrie chocolatière et du contrôle de la qualité ;

- une meilleure connaissance des modifications biochimiques liées au processus fermentaire.

Les fractions protéiques du cacao

La composition de la fraction aromatique de divers produits alimentaires, formée durant les opérations thermiques (cuisson, torréfaction,...) est fonction de la teneur en sucres et en acides aminés libres (AAL) de la matière première. Ces derniers, dans le cas du cacao, proviennent de l'hydrolyse enzymatique des protéines présentes dans les cotylédons. Ces protéolyses se produisent au cours de la fermentation.

Nous avons examiné l'évolution des acides aminés libres et celle des acides aminés totaux des différentes fractions protéiques du cacao en fonction du degré de fermentation des fèves. Les principaux résultats qui se dégagent de ces études sont les suivants :

- nous observons une augmentation importante de quelques AAL (leucine, phénylalanine, arginine, lysine). Seul l'acide aminobutyrique décroît au cours de la fermentation.

Ainsi, le dosage des AAL et l'évaluation de leur rapport permettent de préciser le degré de fermentation du cacao.

- la concentration en protéines extractibles totales décroît linéairement alors que les différentes fractions protéiques évoluent spécifiquement. Chaque fraction conduit à la formation d'AAL et de protéines de poids moléculaire plus petit.

- l'influence de la fermentation apparaît nettement sur la composition protéique des fèves après torréfaction. Les protéines des lots bien fermentés sont plus dégradées par le grillage et contribuent mieux à la formation de l'arôme chocolat.

- la masse de cacao (produit obtenu après torréfaction, décorticage et broyage des fèves) ne contient pratiquement plus de protéines extractibles quand elle est élaborée à partir de fèves ayant fermenté cinq jours. Ce point est important, car nous pouvons alors contrôler la fermentation non plus sur les fèves, mais sur le produit transformé.

Cette étude confirme le rôle indispensable de la fermentation dans la formation des précurseurs de l'arôme chocolat. Ce travail montre que cinq jours de fermentation suffisent pour obtenir un produit de bonne qualité pour les échantillons étudiés.

Les composés phénoliques du cacao

Bien qu'ils soient impliqués dans les réactions biochimiques cotylédonaire au cours de la fermentation, la nature et le rôle des composés phénoliques sont mal connus. Ces composés interviennent directement (couleur, astringence) ou indirectement (précurseurs d'arôme) sur les qualités du produit fini.

Nous avons étudié les composés phénoliques de la fève de cacao hybride amazonien et leur évolution respective au cours d'une fermentation de huit jours.

La teneur en phénols totaux et en tannins totaux décroît globalement de 70 % et principalement entre le 2^e et le 3^e jour. L'évolution du taux de polymères de la matière colorante fait apparaître trois périodes de fermentation avec inversion des contributions relatives des fractions « anthocyanines monomères » et « polymères jaunes et bruns » au cours de la deuxième période.

L'utilisation systématique de la chromatographie liquide haute pression (CLHP) permet de montrer que les dérivés hydroxycinnamiques, de structures inhabituelles, n'évoluent pas, alors que les flavanols ((-) épicatechine, procyanidine B₂, B₅, C₁) diminuent de 90 %. Les activités polyphénoloxidasiques et peroxydasiques, faibles ou nulles après deux jours de fermentation, ne permettent pas d'expliquer ces variations.

Nous avons retenu trois critères permettant de caractériser la fermentation des fèves et, dans notre cas, les fèves peuvent être considérées comme bien fermentées au-delà du quatrième jour de fermentation.

La composition phénolique des fèves d'hybrides ivoiriens diffère des diverses compositions rapportées dans la littérature. Ainsi, nous émettons l'hypothèse d'une différenciation biochimique des variétés de cacao.

Cette étude ouvre de nombreuses perspectives, et en particulier :

- l'étude approfondie de l'influence des composés phénoliques sur les caractéristiques organoleptiques du chocolat ;
- l'étude de l'impact de la fermentation sur la biologie cellulaire de la fève (définition de marqueur biochimique de germination) ;
- l'étude systématique des composés phénoliques des différentes variétés de cacao (étude de systématique biochimique en cours).

Ces études devraient aussi permettre une meilleure approche du contrôle de la qualité de la fève.

Conclusions

Cette étude biochimique approfondie de la fève de cacao s'intègre parfaitement dans la connaissance générale de la fermentation (aspect microbiologique, technologique,...) et devrait permettre le contrôle de techniques existantes et le développement de technologies nouvelles de fermentation.

die de la fève de cacao s'intègre parfaitement dans la connaissance générale de la fermentation (aspect microbiologique, technologique,...) et devrait permettre le contrôle de techniques existantes et le développement de technologies nouvelles de fermentation.

pement de technologies nouvelles de fermentation.

E. Cros

LES AUTEURS :

Belin Marc	Agronome	42, rue Scheffer, 75116 Paris, France
Blaha Georges	Phytopathologiste	B.P. 5035, 34032 Montpellier Cedex, France
Bonheure Denis	Agronome	C.D.C., Bota Limbé, Cameroun
Bonsson Bouadou	Généticien	01 B.P. 1827, Abidjan 01, Côte d'Ivoire
Bouharmont Pierre	Généticien	B.P. 2577, Yaoundé, Cameroun
Cambrony Henri R.	Agronome	42, rue Scheffer, 75116 Paris, France
Caminade Jean-Louis	Agronome	42, rue Scheffer, 75116 Paris, France
Challot François	Technologue	B.P. 5035, 34032 Montpellier Cedex, France
Coulibaly Nanga	Entomologiste	01 B.P. 1827, Abidjan 01, Côte d'Ivoire
Cros Emile	Chimiste	B.P. 5035, 34032 Montpellier Cedex, France
Decazy Bernard	Entomologiste	01 B.P. 1827, Abidjan 01, Côte d'Ivoire
Defgnée Jacques	Agronome	B.P. 808, Divo, Côte d'Ivoire
Djekpor E.K.	Phytopathologiste	B.P. 90, Kpalimé, Togo
Dublin Pierre	Généticien	Gerdar, B.P. 5035, 34032 Montpellier Cedex, France
Duceau Paul	Généticien	01 B.P. 1827, Abidjan 01, Côte d'Ivoire
Duris Daniel	Agronome	01 B.P. 1827, Abidjan 01, Côte d'Ivoire
Guyot Bernard	Technologue	B.P. 5035, 34032 Montpellier Cedex, France
Jadin Pierre	Agronome	01 B.P. 1827, Abidjan 01, Côte d'Ivoire
Lachenaud Philippe	Agronome	B.P. 808, Divo, Côte d'Ivoire
Lanaud Claire	Généticienne	01 B.P. 1827, Abidjan 01, Côte d'Ivoire
Lavabre Emile	Entomologiste	B.P. 5035, 34032 Montpellier Cedex, France
Lotodé Robert	Biométricien	B.P. 5035, 34032 Montpellier Cedex, France
Mossu Guy	Généticien	01 B.P. 1827, Abidjan 01, Côte d'Ivoire
Muller Raoul A.	Phytopathologiste	B.P. 5035, 34032 Montpellier Cedex, France
Ngoran Koffi	Agronome	01 B.P. 1827, Abidjan 01, Côte d'Ivoire
Nguyen-Ban Jean	Entomologiste	B.P. 2577, Yaoundé, Cameroun
Partiot Michel	Phytopathologiste	B.P. 2577, Yaoundé, Cameroun
Paulin Didier	Physiologiste	01 B.P. 1827, Abidjan 01, Côte d'Ivoire
Pélissou Henri	Agronome	B.P. 90, Kpalimé, Togo
de Reffye Philippe	Généticien	Gerdar, B.P. 5035, 34032 Montpellier Cedex, France
Roche Gille	Technologue	B.P. 5035, 34032 Montpellier Cedex, France
Snoeck Jacques	Agronome	01 B.P. 1827, Abidjan 01, Côte d'Ivoire
Vincent Jean-Claude	Chimiste-technologue	B.P. 5035, 34032 Montpellier Cedex, France

BARRY

S.A. AU CAPITAL DE 120.000.000 F - R.C. VERSAILLES B 572.017.192

**traite
100 000 tonnes
de cacao
par an
dans ses usines.**

Unités de production

FRANCE :

CACAO BARRY
Meulan - Louviers

BELGIQUE :

CACAO GOEMAERE
Drongen

ITALIE :

SICAO
Gênes

ÉTATS-UNIS :

US COCOA
Pennsauken
BARRY CHOCOLATE
Pennsauken

CAMEROUN :

CHOCOCAM
Douala
SICC
Douala

CÔTE-D'IVOIRE :

SACO
Abidjan
CHOCODI
Abidjan

BRÉSIL

ITAÏSA
Ilheus

SIÈGE SOCIAL :

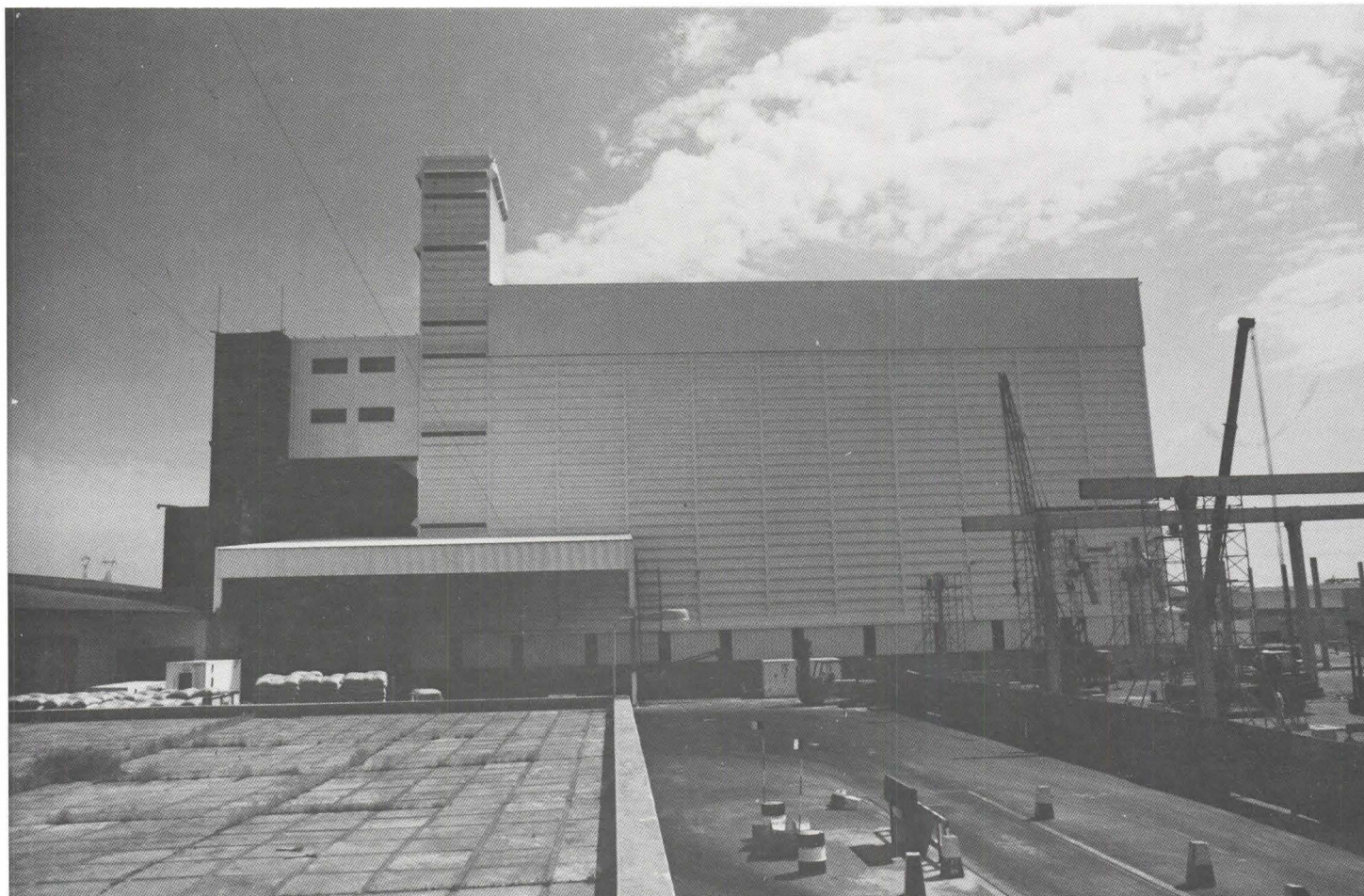
2, Boulevard Michelet, Hardricourt
78250 MEULAN
Tél. (3) 474-72-32

SILOMETAL

Marque Déposée

LE SPÉCIALISTE DE LA CONSERVATION DES PRODUITS AGRICOLES SOUS ATMOSPHÈRE NEUTRE OU CONTRÔLÉE

35 ANS D'EXPÉRIENCE dans la pratique du système de conservation le plus efficace et le plus économique



Silo à fèves de cacao Capacité : 30 000 t M.O. STOCACI - ABIDJAN

SILOMÉTAL offre la réalisation « clés en mains » de :

- SILOS métalliques hermétiques spécialement conçus pour la conservation sous gaz neutre de CACAO, CAFÉ, PADDY, MAÏS, etc.
- ENTREPÔTS FRIGORIFIQUES positifs ou négatifs, hermétiques et incombustibles, sous atmosphère contrôlée ou normale
- USINES D'ALIMENTS COMPOSÉS pour animaux

Etudes - Devis - Documentation sur demande

FILLOD
constructions métalliques

Péripole 120 - Bâtiment les Dolomites - 58, rue Roger Salengro - 94126 FONTENAY-SOUS-BOIS CEDEX
Tél. 876.12.15 - Télex FICOMET 230.313

La conservation des produits agricoles sous atmosphère dépourvue d'oxygène

Le stockage du cacao sous atmosphère neutre

Le stockage des produits agricoles en silos est dans le sens du progrès et concourt pour une large part à l'épanouissement économique du monde agricole.

— Les fonctions évidentes des silos sont d'assurer la manipulation en vrac des produits, leur bonne conservation et leur homogénéisation.

— Ils doivent aussi permettre une rétention suffisante des produits pour assurer une bonne régulation des marchés qui conditionne les revenus des producteurs.

— Pour être efficace, la rétention doit pouvoir durer aussi longtemps que nécessaire, sans avoir à craindre une altération quelconque du produit, ce qui implique de disposer d'un moyen de conservation sûr, efficace et économique.

— Le choix du système est important, notamment dans les régions soumises à des climats chauds et humides qui rendent encore plus délicat une conservation de longue durée des produits.

— La conservation réalisée sous atmosphère neutre en cellules métalliques hermétiques aux gaz, constitue à l'évidence le seul moyen totalement efficace.

— Nous rappellerons brièvement le principe de ce système de conservation dont l'emploi se perd dans la nuit des temps, depuis les époques lointaines où les peuples soucieux de se préserver des disettes, constituaient des réserves de céréales placées dans des puits afin de les soustraire à l'influence pernicieuse de l'oxygène.

— En effet l'altération des céréales est la conséquence d'un phénomène vital.

— Les céréales par respiration absorbent l'oxygène de l'air en rejetant du gaz carbonique, de la vapeur d'eau et en produisant de la chaleur.

— La chaleur et l'eau sont les éléments nécessaires et suffisants au développement des micro-organismes à partir desquels se développe la fermentation qui détériore les produits.

— Si ceux-ci sont placés dans des silos rigoureusement hermétiques, le même processus interviendra dans une phase initiale, mais cessera rapidement, attendu que l'oxygène de l'air contenu entre les grains, déjà limitée en volume, n'est pas renouvelable pour alimenter ce phénomène de combustion lente.

— Après disparition de l'oxygène initialement contenu dans la cellule on dit que « l'atmosphère est confinée ».

— Dans ce nouveau milieu dépourvu d'oxygène on peut conserver les produits sans crainte de les voir altérer et sans qu'il soit besoin de les desinsectiser, attendu que les insectes et autres parasites ne peuvent survivre en milieu dépourvu d'oxygène.

— Le cacao qui est une matière inerte doit être traitée différemment.

— Depuis plus de quinze ans des études et des essais ont été poursuivis par « Silométal » avec l'aimable concours des Laboratoires de l'IFCC de Bingerville, pour s'assurer que les fèves de cacao pouvaient être parfaitement conservées sous atmosphère neutre.

— Le procédé consiste à disposer des fèves de cacao en cellules métalliques étanches aux gaz, puis à introduire à la base de la cellule une atmosphère dépourvue d'oxygène.

— Un appareillage de contrôle permet de vérifier la teneur réelle en oxygène de l'atmosphère interne de la cellule, et, dès lors que le pourcentage d'oxygène est inférieur à 1 %, les conditions d'une bonne conservation à long terme du cacao sont obtenues.

— Les essais et les contrôles de l'IFCC concernant le procédé permettent une conclusion très claire, lui permettant de dire que la conservation du cacao en cellules étanches sous gaz inerte apparaissait comme la *seule* solution envisageable pour le stockage du cacao pour des durées supérieures à 6 mois, ajoutant au surplus que ce type de stockage éliminait complètement les problèmes de moisissures et les traitements anti-parasites.

— La dernière installation, construite par SILOMETAL est un silo de 30 000 t destiné au stockage de cacao qui possède tous les perfectionnements nés des enseignements recueillis antérieurement, en essais, ou en réalisations industrielles.

— Le silo est notamment pourvu de tubes de remplissage spécialement conçus pour éviter de briser les fèves en cours d'ensilage.

— Les toitures des cellules sont munies d'un dispositif annulant toute possibilité de condensation.

— Dans ces conditions, les fèves de cacao sont stockées pendant plusieurs mois, sans perte quantitative ou qualitative, et sans qu'il soit besoin de procéder à des traitements anti-parasitaires, lesquels nécessitent généralement l'emploi de matières coûteuses et aussi quelquefois ; dangereuses pour la santé des hommes.

— Dans ce type d'installation, l'absence d'oxygène interdit tout développement des moisissures, l'augmentation de l'acidité, l'ardoisement, etc.

— On peut affirmer, sans crainte d'erreur, que le stockage du cacao, sous atmosphère neutre constitue à l'évidence la clef des problèmes économiques auxquels est trop souvent confronté ce marché, et ce, pour le plus grand profit des producteurs, mais aussi des consommateurs.

J. BOUTARD, Ingénieur Conseil

RÉPERTOIRE DES ANNONCEURS

A

A.F.C.C.	78
ANDRÉ et Cie	108

B

BARCLAYS BANK S.A.	62
BAYER	76
B.G.N. INTERNATIONAL S.A.	94
BALGUERIE Alfred S.A.	98
BANANIA	104
BARRY	115

C

CIBA GEIGY	2 ^e couv. et 99
CAFÉ HAG	6
CAISTAB	16-17
CAPRO BRASIL	18
CAFÉ MOKAREK	23
CAFÉS Jacques VABRE	24
C.F.S.O.	26
COMECAFCO	36
CAMEROUN SHIPPING LINES S.A.	58-59
CAFÉS SAINT-LOUIS	60
CIE GÉNÉRALE D'IMPORTATION DES CAFÉS ...	60
CAFÉS MEO	62
CREUSOT-LOIRE ENTREPRISE	80
CIE DES COMMISSIONNAIRES AGRÉÉS	88
CARLE MONTANARI	3 ^e couv.

D

DENIS	15
-------------	----

E

EBURNEA	45
---------------	----

F

ETABLISSEMENTS FICHAUX	23
FRICAL	68
ETABLISSEMENTS V. FRINGHIANT	102
FILLOD	116-117-118

G

GERICO-FRANCE	2
GENERAL FOODS FRANCE	38
GENERAL COCOA	106

J

P. JOBIN et Cie	50
-----------------------	----

L

LANGLOIS S.A.	62
J. LYONS - COMPANY LIMITED	64

M

LA MAISON DU CAFÉ	60
MELITTA-EXCELLA	62
MERKURIA	4 ^e couv.

N

NESTLÉ	4
NORDON et Cie	110

O

O.I.A.C.	18
---------------	----

P

PENWALT FRANCE	46
PROBAT-WERKE	61
POULAIN	82
PLANTATIONS RÉUNIES DE L'OUEST AFRICAIN	92

S

SECEMIA INDUSTRIE	23
S.G.C.C.	48
SOPAD	57
SITRAM	68
SIFCA	68
SIVOMAR	70
SETRIC - Génie International	86
SANDOZ S.A.	100
SUCHARD-TOBLER	102

T

TARDIVAT INTERNATIONAL S.A.	8
TRIPETTE - RENAUD	32
TRACODI	50
Ets Roger TOUTON	90

V

VAUDOUR - DANON S.A.	52
---------------------------	----

Nous adressons nos plus vifs remerciements
aux responsables des entreprises, établissements
et commerces qui nous ont apporté leur soutien
publicitaire.

L'édition, la réalisation et la mise en page ont été assurées par les

Editions BRES

S.A.R.L. au capital de 110.000 F

30, rue Bergère - 75009 PARIS - Téléphone : 523.02.17

Imprimerie La Renaissance, 17, rue Chalmel, 10000 TROYES

Dépôt légal : 3^e trimestre 1983 - N° 24.341/0

LES PRESSES CARLE & MONTANARI À L'AVANT-GARDE AUX QUATRE COINS DU MONDE



Depuis plus de 35 ans, nous de Carle & Montanari projetons et construisons des presses horizontales automatiques pour l'extraction du beurre de cacao. Nous avons installé dans tous les pays du monde plus de 600 grandes presses Carle & Montanari. Carle & Montanari construit une gamme de modèles, qui grâce à leur capacité de production et à leurs caractéristiques mécaniques et fonctionnelles sont en mesure de satisfaire les exigences de tous nos clients. C'est pourquoi nous pouvons affirmer que nous sommes les premiers du monde. Ce n'est pas nous vanter, c'est une concrétisation pratique au bénéfice de l'industrie de confiserie de tous les pays.

**DEPUIS PLUS DE 75 ANS CARLE & MONTANARI
PROJÈTE ET RÉALISE DES MACHINES ET DES INSTALLATIONS COMPLÈTES
POUR L'INDUSTRIE DE CONFISERIE INTERNATIONALE.**

CARLE & MONTANARI

VIA NEERA, 39 / 20141 MILANO - ITALIA

TELEF. (02) 8435546 / 8490056 / TELEG. CARLEMONT TELEX MILANO
TELEX 310616 / 315813 CARLEM I / TELECOPIER 8490056





CAFES CACAO S

merkuria

133, avenue des Champs Élysées
75008 PARIS Tél.: 723.55.77
Télex: 611.688

Westway Merkuria - New-york - Tél.: 619.34.34 - Télex: 420475
Comfin Cocoa & Coffee - Londres - Tél.: 283.25.55 - Télex: 883789
Cofiroasters - Genève - Tél.: 35.21.22 - Télex: 22157
Tokyo Liaison Office - Tokyo - Tél.: 265.83.55 - Télex: 22519
Gecom - Rio de Janeiro - Tél.: 263.04.68 - Télex: 2122400
C.S.T. - Douala - Tél.: 42.78.55 - Télex: 5724
Eburnea - Abidjan - Tél.: 22.26.68 - Télex: 3646